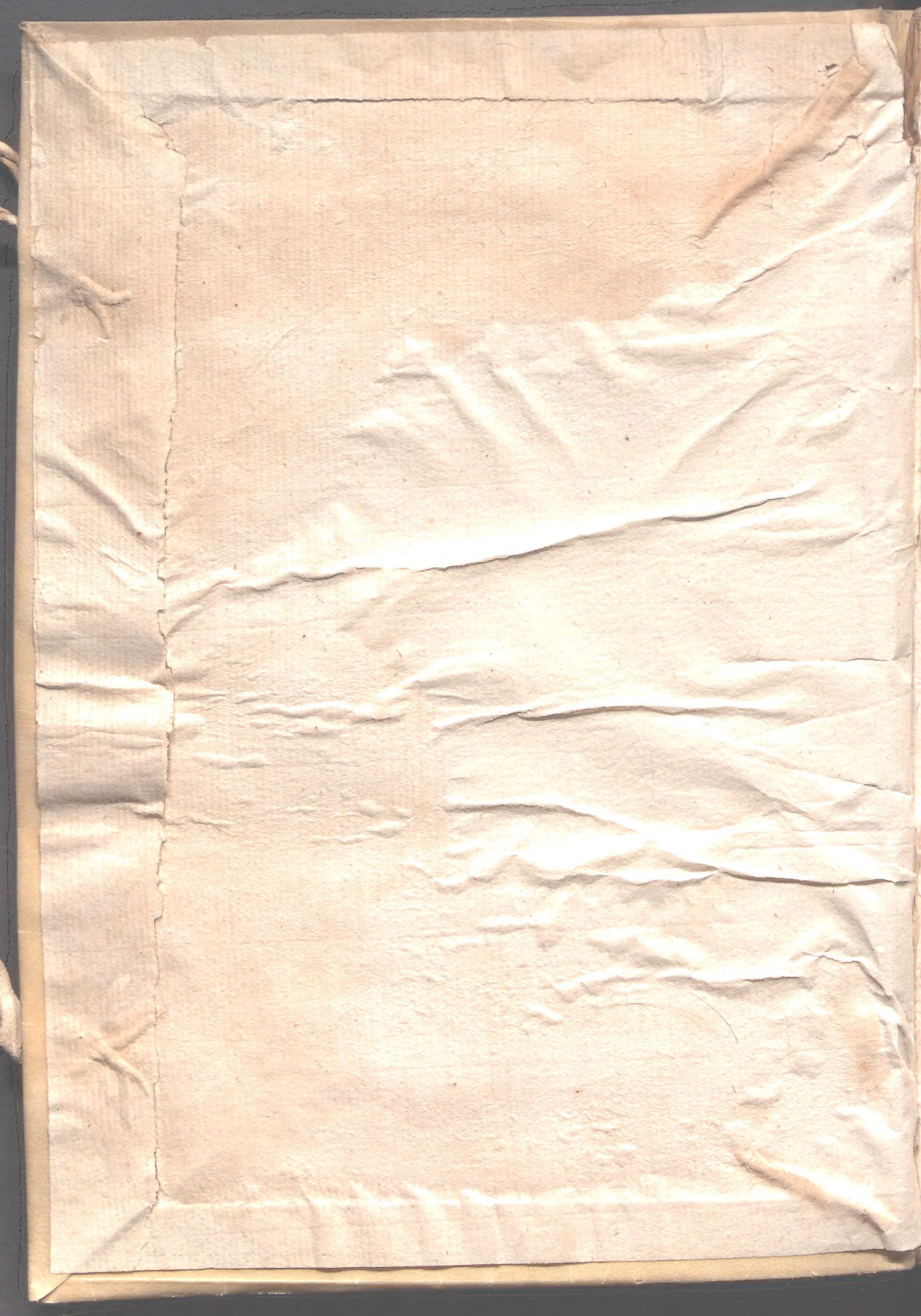


Est 92

no 38



Plut. III. Lit. L. N.º 12

94-9

OBSERVACIONES PHYSICAS

S O B R E

LA FUERZA ELECTRICA,

GRANDE, Y FULMINANTE,

Confirmada, y aumentada

CON NUEVOS EXPERIMENTOS.

POR EL PADRE CHRISTIANO RIEGER,
de la Compañia de Jesus.



CON LICENCIA.

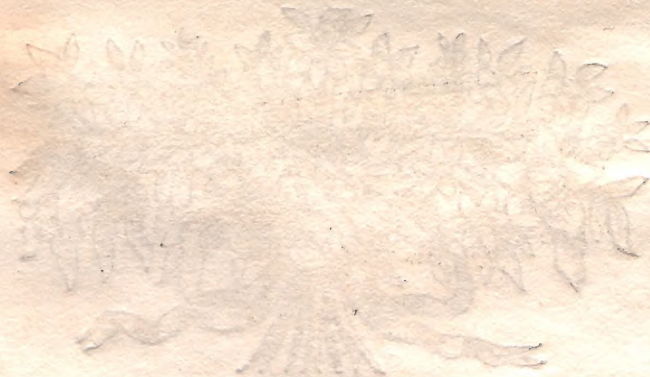
MADRID. En la Oficina de Joachin Ibarra, calle de las Urosas.
Año de M.DCC.LXIII.

OBSERVACIONES

PHYSICAS

SOBRE

La delicadeza de los experimentos es mucho mayor, que la de los mismos sentidos . . . Por tanto venimos à parar en que el sentido sea solo Juez del experimento, y éste lo sea de la cosa misma. FRANCISCO DE VERULAMIO. *Instauratio Magna.*



CON LICENCIA

MADRID. En la Oficina de Joseph Ibañez, calle de las Uñas.
Año de M.DCC.LXXII

LICENCIA DE LA RELIGION.

Joseph Ortiz, Provincial de la Compañia de Jesus en esta Provincia de Toledo, por particular comission, que para ello tengo de nuestro M. R. P. General Lorenzo Ricci, doy Licencia al Padre Christiano Rieger, Maestro de Mathematica, y Cosmographo Mayor de Su Magestad, para que pueda imprimir un Papel, intitulado: *Observaciones Physicas sobre la fuerza Electrica, grande, y fulminante, confirmada, y aumentada con nuevos Experimentos*; el qual Papel ha sido visto, y examinado por personas graves, y doctas de nuestra Religion. En Testimonio de lo qual di esta, firmada de mi nombre, y sellada con el Sello de mi Oficio. En Madrid à diez de Septiembre de mil setecientos sesenta y dos.

Joseph Ortiz.

LICENCIA DEL ORDINARIO.

NOS el Doctor Don Juan de Varrones y de Arangoyti, del Claustro, y Gremio de la Universidad de Alcalà de Henares, Canonigo Prelado de la Santa Iglesia de Urgel, Inquisidor, y Vicario de esta Villa de Madrid, y su Partido: Por la presente, y lo que à Nos toca damos Licencia para que se pueda imprimir la Obra intitulada: *Dissertacion de las Observaciones Physicas sobre la Electricidad, ò fuerza Electrica, grande, y fulminante, confirmada, y aumentada con nuevos Experimentos*, escrita por el Padre Christiano Rieger, de la Compañia de Jesus, mediante que de nuestra orden ha sido vista, y reconocida, y no contener cosa que se oponga à nuestra Santa Fè, y buenas costumbres. Dada en Madrid à diez y seis de Septiembre de mil setecientos sesenta y dos.

Doct. Varrones.

Por su mandado,
Joseph de Uruñuela y Marmanillo.

LICENCIA DEL CONSEJO.

DON Juan Miguèl de Ocharàn , Oficial Mayor de la Escribania de Camara , y de Gobierno del Consejo , del cargo del Secretario Don Joseph Antonio de Yarza , cuyas ausencias , y enfermedades exerce : Certifico , que por los Señores del Consejo se ha concedido Licencia al Padre Christiano Rieger , de la Compañia de Jesus , para que por una vez pueda imprimir , y vender un Libro , intitulado : *Dissertacion de las Observaciones Physicas sobre la Electricidad , ò fuerza Eléctrica , grande , y fulminante , confirmada , y aumentada con nuevos Experimentos* , con tal de que sea en papel fino , y buena estampa , y por el original que vâ rubricado , y firmado al fin de mi firma , y que antes que se venda se trayga al Consejo dicho Libro impresso junto con el original , y Certificacion del Corrector de estàr conforme , para que se tasse el precio à que se ha de vender , guardando en la impresion lo dispuesto , y prevenido por las Leyes , y Pragmaticas de estos Reynos. Y para que conste lo firmè en Madrid à ocho de Octubre de mil setecientos sesenta y dos.

Don Juan Miguèl de Ocharàn.

FE DE ERRATAS.

PAG. 3. lin. 1. fluidos, lee *fluidos*. Pag. 5. lin. 29. loza, lee *loza*. Pag. 20. lin. 1. prevaleceria, lee *prevalece*. Pag. 21. lin. 36. parallelas, lee *paralellas*. Pag. 38. lin. 1. cer a, lee *cera*.

El Libro intitulado : *Dissertacion de las Observaciones Physicas sobre la Electricidad , ò fuerza Electrica , grande , y fulminante , confirmada con varios Experimentos* por su Autor el Padre Rieger , de la Compañia de Jesus , salvo las erratas de esta Fe, corresponde con su original: así lo certifico , y firmo en Madrid à 25. de Enero de 1763.

Dr. D. Pedro Fernandez del Val,
Corrector General por S. M.

DON Juan Miguel de Ocharàn , Oficial Mayor de la Escribania de Camara , y de Gobierno del Consejo , del cargo del Secretario Don Joseph Antonio de Yarza , cuyas ausencias , y enfermedades exerce : Certifico , que por los Señores del Consejo se ha concedido Licencia al Padre Christiano Rieger , de la Compañia de Jesus , para que pueda publicar , y vender la impresion , que en virtud de otra Licencia de dichos Señores tiene hecha de el Libro intitulado: *Dissertacion de las Observaciones Physicas sobre la Electricidad , ò fuerza Electrica , grande , y fulminante , confirmada , y aumentada con nuevos Experimentos* , con tal que se ponga esta Certificacion al principio de cada Libro. Y para que conste lo firmè en Madrid à doce de Febrero de mil setecientos sesenta y tres.

Don Juan Miguel de Ocharàn.

PRO-



PROLOGO.

NO es nuestro intento en esta Dissertacion referir la historia de la Electricidad, ni exponer la larga série de sus experimentos. Daniël *Gralath* diò yà en Dantisco el año 1747 un resumen de esta historia , y despues han salido , tanto en Francia , qnanto en Alemania, muchas Dissertaciones historicas, aunas difusas. Solas las experiencias recogidas en tantos años , y por tan célebres escudriñadores, como en esta parte de la Physica se han reconocido , necesitaban para sí de muchos libros , y à la verdad , de no pequeño tamaño: de modo , que no es posible reducirlas à la corta extension del nuestro. Al fin de la Dissertacion se pondrà una Lista de los mas principales Escritores de esta classe , para los que no tuvieren aun noticia de ellos. Procuraremos con todo cuidado, que no se interrumpa el hilo de la materia, que tratamos, con disputas , ni digresiones. La razon es , porque nuestro intento solamente es dar à los Lectores una cosa llana , y facil, y explicar sinceramente-

mente los fuceffos de los experimentos , y fus adherentes , añadiendo à los mas de ellos las causas naturales , derivandolas de fu mismo ufo , y fin fepararlas del juicio de los efclarecidos en la Electricidad. No reprobamos por efto los trabajos , y conatos de otros, que han hecho lo contrario; fino por lo que toca à nosotros abrazamos un fystèma, que pareciendonos bueno por una parte, nos parece tambien bastante para la expedicion de las cofas, hafta que adelantadas éstas, y conducidas à fu mayor perfeccion , fe defvanezca toda duda ; lo que fi bien nos es licito defear, no es menos dificil de conseguir. Si configuieremos entre los benévoloſ Lectores algun fruto de eſta obrilla , nos ſervirà de eftimulo para profeguir el mismo tema , y emprehender otros ſemejantes trabajos, ocupando en ellos aquellas horas que nos dexan libres nueſtras precisas tarèas, mas bien, y con mas guſto, que en las polemicas diſputas, y ventilaciones del aſſumpto. Entretanto , à lo menos me queda la eſperanza de que aprovecharà eſte trabajo à aquellos à quienes faltando el tiempo para dedicarle con prolijo eſtudio al examen de los phenomenos electricos, les aſiſte el deſeo de inſtruirſe en los principales efectos de la electricidad , y de diſponerſe en los

ra -

ratos ociosos con el uso, y manejo de la maquina, para nuevos adelantamientos de esta deliciosa ciencia.

La equidad, y el agradecimiento me están pidiendo como de justicia, que no publique esta Dissertacion en lengua Castellana, para mi bastante estrangera, sin darle públicamente las gracias al Padre Estevan de Terremos, cuyos utilísimos trabajos goza ya en mucha parte el Público, porque con aquella amabilidad, que le es nativa, se dignò repassar mi trabajo, para que pueda ser entendido del comun de los Españoles.



DIVISION DE LA OBRA.

INTRODUCCION. *Del Systema de la Electricidad.*

SECCION I. *Del modo de aumentar la Fuerza Eléctrica.*

SECCION II. *Del Golpe Fulmineo.*

SECCION III. *Del Golpe Fulmineo promovido con nuevos Experimentos.*

INTRODUCCION.

DEL SYSTHEMA DE LA Eléctricidad.



UY promovida, y adelantada se halla al dia de hoy la doctrina de la atraccion de los cuerpos, que se aplican mutuamente hasta llegar al contacto, como se experimenta en los cuerpos planos, que se unen, ya sean de vidrio, como espejos, yà de metal, ò yà de marmol, si están trabajados con pulidèz, y destreza, y como se hace manifesto en las obras mas selectas de los Phisicos Modernos. Y supuesto que esta especie de atraccion dà tantas luces para la ciencia natural, y se ocupa en ella nuestro estudio con tanto desvelo, no se admirarà quien lo considere, de que con tanto mas trabajo se deban aplicar todos los modernos Professores de la Natural Philosophia, à examinar los phenomenos de estas atracciones, y rechazamientos, ò repulsas, cuya fuerza percibimos en distancias bastante considerables, y remotas del contacto de los cuerpos.

De este genero de atracciones se ofrecen quatro especies, como mas perceptibles à los sentidos: es à saber, la atraccion de los cuerpos, que acompañan al fluido, como las bolas de vidrio, las bolitas de cera, ò de madera, y tambien las espherillas huecas de metal. Sabemos que se atraen las cascarras de nueces grandes, como otras tantas barquillas, los palos puestos en agua quieta, y aun por el espacio de un tiro de fusil los Navios mismos en tiempo de calma; la atraccion, y repulsion eléctrica; la atraccion, y repulsion magnetica; y la atraccion de gravedad, ò universal.

Y de aqui verdaderamente con insigne emolumen-

Atracciones que succeden en las distancias apartadas del contacto de los cuerpos.

2
to de la Physica se han descubierto, y como sacado à la clara luz las leyes constantes de los cuerpos, se han deducido con admirable sagacidad, y estudio el curso de los Astros, y sus mutuas perturbaciones, haviendolas comprobado despues por medio de un exactísimo calculo; y en suma, se han visto las leyes del syttema natural, los efectos naturales que se figuen, y no pocas de sus causas inmediatas. Haviendo, pues, de tratar en compendio de la atraccion, y repulsion electrica, es preciso decir alguna cosa del syttema de la electricidad en general, antes de tratar de la fuerza electrica grande, y fulminante en particular.

Descripcion Hist-
torica de la Elec-
tricidad.

2 Entre todos los Philosophos Antiguos, que reconocieron en electro, ò succino aquella virtud, ò fuerza de atraccion, se juzga que fuè *Plutarco* el que la penetrò con mas perfeccion, pues le diò lugar à la materia electrica entre las inflamables, creyendo hallarse en los cuerpos electricos un fuego, que abiertos los poros, salia de ellos con impetu. (*)

Lo que despues acá por 15 siglos se haya philosophado sobre la electricidad lo ignoramos absolutamente. Por los años de 1633 *Guilielmo Gilbert* parece que sospechaba una atmosfera electrica, y así puso fuerza electrica en el diamante, zafiro, y otras piedras preciosas, en el vidrio, y en sus varias composiciones, y asimismo en el lacre, à que los estrangeros llaman cera de España. *Athanasio Kircher* advierte, que los experimentos electricos tienen mejor suceso en el ayre puro, que en una atmosfera turbulenta. *Otton de Guerike* rodò una bola de azufre, y entre los ordinarios phenomenos de la atraccion, y repulsion experimentò nacer con la frotacion del globo unos fuegucillos, que se dexaban ver en la obicuri-
dad, y unas chispas, que centelleaban con algun ruido. Tambien nos enseñaron los Academicos Leopoldi-
nos

(*) Quæstion. Platon. Tom. II.

3

nos del *Cimento*, que los fluidos se atraían por el electo.

Esto mismo promovieron no poco Roberto *Boyle*, y Francisco *Hauksbee*, y aun añadió éste el examinar en el vacío los phenomenos eléctricos. Este-
van Gray fué quien descubrió la comunicacion de la electricidad, y la promovió hasta 886 pies: y fué el primero que electrizó al hombre. Mr. de *Fay* estableció ser la electricidad atributo de todos los cuerpos, y adelantó su propagacion hasta 1256 pies. Por el año de 1747 en Viena manifestó el P. *Joseph Franz*, que la electricidad se propagaba con un movimiento al parecer instantaneo, hasta la distancia de 5300 pies de Viena.

El célebre *Muschenbroek* aumentó las tentativas eléctricas con el golpe fulmineo, ó experimento de la commocion de Leiden. Fuera de esto Mr. *Lieberkühn* hizo ver la inflamacion del espíritu de vino. Y despues consiguió lo mismo Mr. *Bose* en la polvora derretida en una cuchara con la aplicacion de una candela.

Benjamin Franklin, y otros despues, de los quales uno es *J. C. Wilke*, encendieron con el fuego electrico la misma polvora seca.

3 Es la materia eléctrica un cuerpo fluido, y elastico, ocultado en los poros de los cuerpos, que se hallan en la superficie del globo terraqueo, y que donde quiera tiene el mismo grado de densidad, permaneciendo en su estado natural los cuerpos en quien se recibe. Este fluido se debe juzgar mas sutil que el ayre, y mas craso que el fuego elemental, supuesto que passa los poros de el vidrio, como está comprobado con sagacísimos, y multiplicados experimentos, especialmente del esclarecido, y sabio *Nolet*; y porque de sí arroja centellas con una vehemente explosion, ó estruendo.

Què sea materia eléctrica.

4 La frotacion perturba el equilibrio de la materia eléctrica contenida en los poros de los cuerpos; y mediante esta frotacion despiden los cuerpos, abier-

Atmosfera eléctrica.

tos yà sus poros, aquella parte de la cantidad, que les es debida, y que se introducirà mas facilmente por los poros de qualquier otro cuerpo vecino, mientras los primeros cuerpos atraen, y recuperan la que han perdido, de los que tienen cercanos. Pues facilmente el ayre, que rodea al fluido eléctrico, le rechazaria ácia los poros del cuerpo frotado, si no continuásen los impulsos, y el mismo ayre, como cuerpo golpeado en la frotacion, admitiria con dificultad entre sus poros la materia eléctrica. De aqui parece cosa muy natural deducir, que con la continuada frotacion, la materia, que no tiene libre tránsito por los poros del cuerpo frotado, se recoge en su superficie, ò se passa à otro cuerpo, en el qual por ser capaz de admitir libremente la materia eléctrica, y por estar separado de otros cuerpos de su naturaleza, se acumula esta materia mas, y mas, y así aumentada forma con su abundancia al rededor del cuerpo separado de otros cierta atmosfera eléctrica, suministrando juntamente nueva materia los cuerpos vecinos al que se havia frotado.

Llaman cuerpo *conductor* al que està separado de otros por la interposicion de tales materias, que no dan facil passo al fluido eléctrico; y llaman cuerpo *recipiente*, ò primera parte del conductor, al que se interpone entre el cuerpo conductor, y el que es frotado.

El vapor eléctrico, ò materia recogida en la atmosfera eléctrica se hace tratable, y perceptible con todos nuestros sentidos: primeramente se presenta al tacto como una tela muy delgada en la misma conformidad que la de las arañas; asimismo se hace sensible por medio de un sacudimiento de miembros, que causa en todos quantos entran en el círculo eléctrico, y reciben el golpe fulmineo; y tambien por un viento, que sale con bastante impetu, y silvido por los extremos, ó puntos de los cuerpos pequeños que se han electrizado.

Los ojos descubren pequeñas luces , que se pegan, y unen à los cuerpos eléctricos, y asimismo vén penachos lucidos, y centellitas, que se hacen manifestas con estallidos bien claros: de modo, que la medula, ò substancia de la luz se estiende cosa de una pulgada, esparciendose à quatro sus rayas desde el centro de la inflamacion. Fig. 15.

Al oído llegan tambien chasquidos, y estruendos semejantes en el ruido al tiro de una pistola de faltriquera.

Tambien logra su objeto el olfato: pues viene à las narices un olor al modo del que despide de si el espiritu de vitriolo, ò el phosphoro, tirando algo al olor de azufre.

Finalmente recibido en la boca, y paladar este fluido eléctrico causa un sabor acedo, y hace echar un aliento semejante al vapor del agua fuerte.

Todos estos phenomenos manifiestan, que el vapor eléctrico encierra en si exalaciones acido-sulphureas, de lo qual proviene la mucha disposicion que tiene para la luz, y la inflamabilidad.

5 En la animacion, ó fomento de la electricidad de los cuerpos se han de considerar tres classes de ellos, los que se ordenarán con mucha conveniencia, segun fuere la disposicion de sus poros. La *primera classe* es de los cuerpos por quienes no puede la materia eléctrica entrar, ni salir facilmente, y que aun en el transito, y decurso por ellos se encuentra impedida, no obstante que en algunos de estos cuerpos se puedan considerar poros bastante anchos, aunque no den mucha comunicacion entre si. A esta classe se refiere en primer lugar el vidrio hecho de la loza de España, y bien maniobrado en el horno del refrigerio. No es de tan buen uso el que los Artifices llaman tierno; es à saber, el atemperado con tartaro, cenizas clavelladas, ò arsenico. Y de esto nace, que por la mayor parte logran los vidrios verdes mayor elec-

Diversidad de los cuerpos que concurren à la electricidad.

electricidad , que los blancos , à no ser estos ultimos de calidad muy dura , y haver salido bien tratados, y recocidos en uno, y otro horno.

Tambien se refieren à esta classe el diamante , el vidriado , ò loza de china , el azufre , el lacre , la pez , la seda , el ayre puro , &c.

La *segunda classe* se compone de aquellos cuerpos, que ofrecen à la deduccion de la materia electrica unos poros , ni muy cerrados , ni demasiado abiertos. De esta especie son la madera , la tierra , el papel , &c. No obstante pueden muy bien algunos de estos proporcionar se con el socorro del arte , para hacer con ellos las mismas experiencias , que se suelen hacer con los de la classe primera. Con este arbitrio el P. Wendelino *Amerfin* (*) demonstrò con admirable sagacidad , y diligencia la electricidad de la madera , despues de estàr ésta bien seca , y tambien cocida en aceyte.

De la *tercera classe* son los cuerpos por quienes el curso de la materia electrica es muy facil , y pronto , aunque no enteramente libre. Tales son todos los metales , los animales , el agua , y la mayor parte de los licores.

Del transito de la materia electrica desde un cuerpo à otro nacen los phenomenos de la electricidad. Con ocasion de este transito , la materia separada de un cuerpo , se recoge en otro ; y rechazada de este , se retira à aquel ; yà sale de un cuerpo lleno , y como revertiendose fuera , y haciendose sensible con su curso ácia otro cuerpo.

Electricidades
opuestas.

6 De estos , y otros phenomenos se han conseguido dos especies de electricidad , ò han nacido dos electricidades contrarias , ò como *opuestas* entre si. Comunmente le suelen llamar à la una *positiva* , y à la otra

(*) Suizo , de la Orden Menor de los Conventuales de San Francisco. *Nova Litteraria Lipsiensia* 1755. num. XIV.

otra *negativa*. Para no llamar à estas electricidades à la una electricidad de vidrio, y la otra de resina; y del mismo modo para no llamar à los cuerpos à unos eléctricos por sí, y à otros por comunicacion; como tambien à los unos cuerpos derivantes, y à los otros no derivantes, tenemos hoy muchos, y graves motivos: siendo el principal el haverse observado electricidades diversas, segun el vario curso del fluido eléctrico en un mismo, y identico cuerpo electrizado; siendo así, que no siempre se puede decir esto tambien del otro; y asimismo haverse observado, que los cuerpos derivantes, y los no derivantes solo se diferencian segun el mas, y el menos, y que el mismo vidrio es derivante, no obstante que su derivacion se configa mas tarde, y se haga con menos vivacidad.

Mayor es la dificultad, que se halla en determinar la especie de electricidad, que corresponde à qualquiera cuerpo en particular. Pues aunque conste ser una de las electricidades opuestas (que es la positiva) aquella que se adquiere por la cantidad adicional, y que dà mas densidad al volumen eléctrico, y al contrario de la negativa es la que por defecto perturba en el cuerpo el equilibrio de la materia eléctrica; con todo esto queda siempre la duda de qual de las dos electricidades se pueda atribuir mejor, ó con mas razon al uno, que al otro de los cuerpos propuestos.

La dificultad, pues, consiste en que la promocion de la electricidad depende de la superficie, y la figura de los cuerpos, que se han de frotar, y no se dexa tan facilmente conocer qual de los cuerpos, que se frotan uno à otro, es quien padece el defecto de la materia eléctrica: con que no se puede decidir con certeza la especie de la electricidad, que à cada cuerpo determinado se le deba atribuir.

En medio de esta dificultad diremos, segun el comun sentir de diferenciar la electricidad positiva, y
ne-

negativa , cuyos indicios daremos mas adelante , y segun las observaciones de Mr. *Wilke* en particular, que vendrán à hacerse cuerpos de electricidad positiva aquellos con quienes se frotan , ò estriegan los que se siguen , y segun el orden con que se ponen , como el vidrio , la tela de lana , plumas , madera , lacre , cera blanca , vidrio raspado hasta que adquiera obscuridad , plomo , azufre , y metales. Pero si por el contrario cada cuerpo de los dichos refregare à qualquiera de sus precedentes en la orden puesta , se producirà electricidad negativa.

Los indices de los *conductores segundos* , de quienes en su lugar hablaremos , servirán para determinar la especie eléctrica de los cuerpos aproximados.

Mechanismo
eléctrico.

7 Para el incitamento de la virtud eléctrica se requiere cierto temblor de las partes de los cuerpos , que concurren à ella , y éste debe ser mas sutil , y frecuente , que el que se necesita para el sonido. De tres maneras se suscita este temblor en los cuerpos , que se han de electrizar : lo primero por percusión , ò sacudimiento , que se hace con un vidrio espeso , y que pueda resistir à los golpes. Y así , las lagrimas de vidrio , que se ponen sobre un yunque , y se golpean varias veces , atraen las pajitas , y palillos ligeros. Pero à la verdad este tal temblor no es suficiente para disponer los poros de los cuerpos à que despidan de si , y reciban grande cantidad del fluido eléctrico. Lo segundo se causa dicho temblor en la frotacion de las partes de los cuerpos con un calor moderado : de modo , que basta para poder percibir la fuerza eléctrica , aunque remissamente. Y ciertamente , que si despues de consumida la lumbre de un horno , ò estufa se echan por junto à sus paredes unas pajuelas , ò palillos leves , se verán estos pequeños cuerpos no solamente atraidos de dichas paredes de barro , sino que se pegarán à ellas. Del mismo modo el azufre derretido , y que empieza ya à enfriarse , dà señales de la electricidad. De suerte , que en uno , y
otro

9
otro caso, según los poros se van cerrando mas, y mas, se commueve la materia eléctrica, y reducida à menor extension, hace manifestos los phenomenos eléctricos; y lo mismo sucede tambien con la resina, y el lacre. Y asimismo se experimenta, con no pequeño placer, que la piedra de la Isla de Ceylan, llamada *Tourmalin*, en Alemán *Aschenzieher*, echada en la lumbre atrahe, y rechaza las cenizas. Lo tercero, se suscita este mismo temblor, y sacudimiento de las partes del cuerpo, que se electriza, con la frotacion, de la que ya vamos ahora à tratar mas por extenso.

El cuerpo que se elige para el examen, se frota con la mano, ò con un papel, un trapo de lana, con pieles de gato secas, ò si no, con un trapo de lana untado con cera blanca, ò aceyte. Son muy conductentes para esto los tubos de vidrio, que tienen cerca de tres pies de longitud, y $\frac{3}{4}$ de pulgada de diametro. En España son excelentes los tubos de la Fabrica de San Ildefonso; y se puede decir con verdad, que el vidrio de ella es muy à proposito para las tentativas eléctricas: pues es cierto, que con un tubo de dicha Fabrica, aun siendo blanco, y con solos catorce refregones, ò vayvenes dados sin priessa, ò fuerza particular alguna, he electrizado una ampolla de vidrio, como las que usan para criar, y mantener en el Invierno las flores, que nacen de su cebolla; y esto con tanta eficacia, que llena dicha ampolla de materia metálica, la he electrizado tan vivamente, que ha podido causar el efecto de convulsion muy fuerte à muchos hombres, y manifestando el tubo una atmosfera de un pie, de modo, que se recibe en la mano un sentido, y resistencia, como el que haria una tela de araña muy fuerte. No he experimentado aún hasta ahora tubos de vidrio verde; pero no tengo duda de su mayor virtud, antes al contrario estoy casi convencido de conseguir con ellos mas particulares, y mas eficaces efectos.

Mas cómodo es para ganar mayor comunicacion
B de

de la electricidad rodar el vidrio, ò agitarlo con un genero de frotacion, que dà bueltas continuas, ò reciprocas. Y para procurar mayores fuerzas centrales, à fin de ganar mayor comunicacion de la cantidad eléctrica, escogerè siempre el volumen esphérico, ò espheroide, en lugar de cilindrico; como tambien aplicarè siempre el conductor primero, y su parte acercada al vidrio, opuesto de diametro à la almohadilla, ò à la mano con que se frota, por exceder ésta à qualquiera otra posicion. Ahora me sirvo de una bola, ò globo de vidrio verde de dicha Fabrica, y de un pie de diametro, y le hallo tan à propósito, que no solo nace un penacho lucido, bastante grande à la aproximacion de un dedo de la mano, sino que con la misma cercania salen centellas ruidosas. Las chispas, que se sacan del conductor, pasan à la distancia de mas de una pulgada, y con un golpe tan fuerte, que se estiende por todo el dedo, sin la aplicacion de algun vidrio de confortacion, y con una sola buelta de la rueda, que corresponde à quatro bueltas de la bola. La laminita de oro de tres pulgadas de largo, à que llaman el pez de oro, aunque estè muy lexos, se pone en movimiento, y à la distancia de un pie de la vara, que se pone por conductor, y detenida por la punta, manifiesta en la atmosfera eléctrica una grandísima vivacidad, con movimientos de mucho temblor, y tortuosos, ò espirales, al modo de los movimientos de las anguilas, ò culebras. Una Maquina cómoda para ganar los movimientos reciprocos de la bola ha publicado el Señor *Eberhard* en sus Elementos de Phisica en Hala 1753. De las maquinas destinadas para dar bueltas continuas con una rueda, hay varias construidas segun el gusto de la variedad de Electrizzadores. (*)

Si-

(*) La maquina que representa la Fig. I. la he construido por la multitud de conveniencias que tuve presentes al
tiem-

8 Siguese, que por causa del temblor de las partes, ocasionado por la mano, y el movimiento de la maquina, se consigue, que unos poros comprimidos por la frotacion, y otros abiertos por su propia elasticidad, y movimiento, passe necessariamente la materia expelida de un cuerpo à otro, con tal, que no tenga los poros igualmente cerrados, antes bien mas abiertos para recibir la materia expelida del otro cuerpo. Luego continuandose la frotacion, y manteniendo el temblor de las partes de los cuerpos frotados, se repite por instantes un nuevo passo de la ma-

B 2

te-

Phenomenos de la electricidad positiva, y negativa.

tiempo de su construccion. Está, pues, compuesta de tres partes principales, de la basa A D, del sustentante de la bola, ò globo, que dà bueltas B C, y de la rueda de libracion, ò contrapeso F. La basa larga de 33 pulgadas està compuesta de listones firmes, de modo, que se halle pronta para ponerla, ò trasladarla à la mesa, y lugar que pidan las circunstancias. La rueda de libracion tiene dos pies de diametro, y el circulo en cuya garganta se revuelve, ò dà vueltas la cuerda, es del diametro de un piè. Sabese por las instituciones mecanicas, que esta composicion de rueda de libracion hace uniforme el movimiento, y como conserva mas tiempo el impulso, ayuda mucho à quien la mueve. La garrucha pequena unida al exe del globo de vidrio, al qual se comunica el movimiento con la cuerda, es del diametro de dos pulgadas, y asi el globo dà 6 bueltas mientras la rueda dà una. El sustentante del globo tiene por abajo 4 listones prismaticos, y salientes, que se encajan en otros tantos huecos preparados en la basa A D, para que con el movimiento del sustentante pueda estenderse la cuerda, ò encogerse con el tornillo E, sin que el sustentante se mueva à uno, ò otro lado en el movimiento de la rueda. Debaxo la bola hay un apoyo, ò sustentaculo G para recibir la almohadilla. Este sustentaculo està inclinado ácia fuera por los lados, y es movable, de modo, que se pueda aplicar entre unos marcos inclinados en

fen-

teria eléctrica: y así, siempre viene à ser mayor la desigualdad de la materia eléctrica en unos, y otros cuerpos, hasta que no pueda yà la fuerza de la frotacion con las demás circunstancias aumentar el transito, ò passo eléctrico, que hemos dicho. De esto se sigue tambien, que los cuerpos que se frotan, deben ser de diferente naturaleza: de suerte, que quando el uno tiene poros mas estrechos, y compactos, los tenga el opuesto mas abiertos, para que no se restituya el equilibrio de la materia eléctrica à uno, y à otro cuerpo. Luego conviene, que uno de los cuerpos sea

sentido contrario, ò uno al contrario del otro, y fijados sobre el sustentante de la bola. El apoyo movable se aprieta por los lados con palitos pequeños, que se pueden retirar como se quiera, y pida la necesidad. Yà se ve de este modo que se puede frotar la bola, ò contra la mano, ò contra la almohadilla, quitar la almohadilla, y componer el sustentaculo con vidrios, y con cera, ò tambien con tablillas de madera preparadas à tal fin, que no haya comunicacion alguna de la almohadilla con la basa de la maquina, y cuerpos vecinos. El fondo de la almohadilla tiene una reglita, que sale fuera del fondo mismo, y mantiene el movimiento libre en agujero excavado en el sustentaculo; pero entre éste, y el dicho fondo de la almohadilla està aplicado un muelle *a a*, el qual oprime con el impulso, ò empuje elastico continuadamente la almohadilla contra la bola. El conductor se puede aplicar de qualquiera manera; pero en esta maquina es la disposicion de este modo: la basa de toda la maquina està afirmada sobre un armario con tornillos. En el armario està dispuestos los vidrios de fortificacion para resguardarlos del polvo, y otras incomodidades. Las columnas de madera *H, I* sustentan la vara, que sirve de conductor, separada de la madera con cilindros de cera *c*. Estas columnas està barrenadas, y dispuestas de modo, que se pueda sin embarazo dàr la comunicacion con los vidrios de fortificacion de abaxo, ò interceptarla como se quiere.

sea de la primera classe (5). Y de aqui se deduce facilmente la comunicacion , y el passo , ò transito de la materia por los cuerpos de la classe tercera , como tambien la agregacion de la materia en ellos , y su propagacion , quando se les separan de los cuerpos igualmente capaces para recibir , y transmitir la materia eléctrica , por medio de un cuerpo de la primera classe interpuesto. Los phenomenos de las contrarias electricidades se derivan de la diversidad en los grados de electricidad , y de la intensión de su virtud , juntandose la materia en un cuerpo , quando se la evacua en otro : de suerte , que de la abundancia respectiva en una parte , y del defecto en la otra , combinados entre sí , provengan los diversos phenomenos de las contrarias , ò opuestas electricidades.

9 Siendo yá cosa conocida por experimentos ciertos , que el ayre se ha de añadir à los cuerpos de la primera classe , y que este ayre por sí mismo no disipa la fuerza eléctrica de los cuerpos , que rodea , concibanse dos cuerpos pendientes en el ayre , y que el primero de ellos esté alimentado , ò lleno del fluido eléctrico con toda abundancia ; pero que el ayre , y el segundo cuerpo solamente contiene aquella cierta , y determinada cantidad del fluido eléctrico , que conviene à cada cuerpo en general. Dado este caso , saldrà con impetu , por razon de su virtud elastica , la materia eléctrica del cuerpo primero , extendiendose por el ayre , al qual llenaria de considerable porcion eléctrica , á no comunicarse ésta por todo el ayre vecino. Pero esto no obstante , como el ayre inmediato recibe nuevos aumentos cada instante , no se disipa en él tanta cantidad eléctrica , que no forme alguna atmosfera sensible cerca del primer cuerpo. Ahora , pues , si el segundo cuerpo recibe con mayor facilidad tal fluido eléctrico desde la atmosfera , que se amontona en el ayre , passará al segundo cuerpo alguna porcion de este fluido , y así se electrizarà con

Atraccion.

con positiva electricidad. Si además de esto tuviere el segundo cuerpo en sus poros mejor disposicion para recibir la materia eléctrica, que el primer cuerpo eléctrico, de donde ha salido, y en esta consideracion será tambien menor el obstaculo que halle la materia para correr entre ambos cuerpos. De aqui es, que como en este caso el impulso de los demás lados de estos dos cuerpos sea mayor, por razon de otras causas Phisicas, que concurren por aquellos lados, y faltan por el medio, es preciso, que los dos cuerpos se acerquen mutuamente entre sí, hallandose turbado en un todo el equilibrio: y así aumentada la celeridad del fluido, es preciso, que estando yá proximos al contacto, falte de una materia inflamable una centella, y se oyga cierto silvido: en fin, despues de ser restituido el equilibrio del fluido eléctrico, cessén los phenomenos de la electricidad. El experimento se hace con dos bolas colgadas con hilo de seda, comunicando à una de ellas la electricidad.

Muchas veces no se vè sino una lucecilla pequeña; esto es, con un grado de fuego muy débil, al modo de la que se observa en una pajuela aplicada à la ceniza caliente: de modo, que aunque se extiende bastante á lo largo sobre la ceniza una llamita fatua, tiene tan poco vigor, que no es capaz de encender una pajuela. Ahora, pues, parece preciso refundir la diversidad de estas fuerzas en la varia constitucion de los poros, al modo que en semejante caso se arguye en las fermentaciones chymicas.

Y de esto se deduce facilmente, quanto influxo tenga en los phenomenos eléctricos el estado de la atmosfera terrestre, y quanto la debilite quando está humedo el ayre, ò padece alguna otra de las mutaciones de que es capaz, en fuerza de las quales se disipe la materia eléctrica, ò se le impida la union. Por lo demás yá se sabe por la experiencia, que la fuerza eléctrica no se impide, ni enflaquece tanto por las lluvias, vientos, y otras semejantes
cir-

circunstancias , qué turban la atmosfera terrestre, quanto sucede en aquellos mismos espacios pequeños del tiempo en que el estado del ayre está en la actual perturbacion de la atmosfera de la tierra.

10 Qualquiera vez que se hallára quasi el mismo grado de electricidad en uno , y otro cuerpo , la materia eléctrica obra con fuerzas opuestas , y iguales desde uno , y otro cuerpo ácia el espacio intermedio, ácia el qual corre la electricidad misma. Y como en consecuencia de esto se retarda allí el movimiento de la materia, que sale fuera de los cuerpos , y añadiendose , ò aumentandose su elasticidad ácia la superficie de los dos cuerpos , los rechaza , y aparta el uno del otro. Esto mismo se puede observar con dos valas de hierro candente , que si se cuelgan una cerca de otra , se rechazan mutuamente , à causa de los rayos de fuego , que salen de ambas , è impelen en cada qual à la vala vecina con movimientos opuestos , al modo que los polos analogos , ò amigos de la piedra imán se repelen mutuamente.

Repulsion , ò
rechazo.

11 Si un cuerpo es negativamente eléctrico , la materia elástica se vendrá del mismo ayre à entrar en el tal cuerpo , y con el mismo movimiento de la materia se formará cerca de èl una atmosfera de electricidad negativa , de la qual hablaremos poco mas abaxo. Decreciendo así la elasticidad del fluido eléctrico en el espacio intermedio de uno , y otro de los dos cuerpos , que se han de examinar , cosa que sucede en la parte opuesta , el cuerpo que no tiene la electricidad negativa , se verá impelido ácia el cuerpo que la tiene ; y como salga asimismo de este cuerpo la materia eléctrica , es preciso , que atendido este efecto , se perturbe tambien de este lado el equilibrio eléctrico , y por consecuencia empieza asimismo à serlo el cuerpo , que no era antes negativamente eléctrico , y tiene yá electricidad negativa , y así se disminuye la razon en el espacio intermedio , con lo qual , aun el cuerpo yá en el principio negativamente

Atraccion , y repulsion en la negativa electricidad.

te eléctrico, impelido de todos los otros lados mas de lo que corresponde al espacio intermedio, lo será ácia este medio, hasta que junto al contacto de entrambos cuerpos, se resuelve la materia eléctrica en centellas, ó luces; y en fin se restituye todo el equilibrio eléctrico.

Esta acción se hace de nuevo sensible con dos valas colgadas en hilos de seda, si se saca de la una la materia eléctrica de este modo: una botella cargada con la fuerza eléctrica positiva, se une por defuera de qualquier modo à un vidrio, ó lacre; y sin llegar à ella con la mano, aplíquese por su fondo, ó suelo à la vala A. Fig. 2, pero su conductor el arambre à la vala B, se electrizarà el cuerpo B con la electricidad positiva, y se aumentará en este cuerpo la materia eléctrica con la misma proporcion con que se disminuye en el otro, suponiendo todo otro cuerpo remoto. Y de aqui se seguirá, que el globo A quede electrizado con electricidad negativa. Luego quitando la botella, y acercandose los dos cuerpos el uno ácia el otro, se restituirà el equilibrio del fluido eléctrico en el modo dicho.

Que se pueda hacer una parte del mismo cuerpo negativamente eléctrica, y otra eléctrica con positiva electricidad, nos lo enseñó el Señor *Apinus* (*) en el examen eléctrico de la piedra fina, ó joya de Ceylan. Sin duda se ha de atribuir tal experimento à la varia disposicion de los poros, que se pueden mover de diversos modos por el arte, como consta de los experimentos hechos con el imán, en los quales sucede una mutacion semejante, quando con un solo golpe de martillo se convierten los polos en una misma vara de hierro.

Permitame ahora el benevolo Lector hablar aqui muy por extenso acerca del estado de la electricidad

ne-

(*) En las Actas de Berlin de 1756.

negativa. Porque aunque de los fundamentos alegados hasta aqui se siga necesariamente, que se haya de experimentar este defecto de materia eléctrica en un cuerpo, quando passa, y se amontona en otro en mayor cantidad de la que pide su naturaleza, conviene no obstante representar el phenomeno mismo con experimento fixo, è indubitable, para que no tropiece el Lector en adelante, ni se detenga, ni turbe.

Para deshacer en esta dificultad todos los obstáculos, fuè menester poner diversos cuerpos, todos con las mismas circunstancias, y esto de modos muy diferentes, para experimentar si la reflexion que se havia hecho en la theorica general, correspondia perfectamente en la práctica, sacando efectos del todo uniformes, y correspondientes à lo que se havia meditado. Mucho han trabajado en orden à esto los mas Philosophos modernos, y Mathematicos en Inglaterra, Italia, y Alemania, y sus merecidos elogios se hallan en todos los comentarios eléctricos. Es cierto, que *Franklin* promovió mucho esta theorica eléctrica, y la hizo sensible con algunas experiencias, è modos bien decisivos. Uno fuè aquel con que manifestó como el vapor eléctrico amontonado en una parte, passa con la mayor celeridad à otra en que no le havia, hasta la restitution del equilibrio eléctrico, y suponiendo, que esta parte no tenga comunicacion con otros cuerpos. Se ha de poner la botella bien cargada sobre pez, è otro cuerpo de esta classe primera, Fig. 3. Y para que la mano del observador no se comunice con el arambre con que se hace el experimento, se unirá con lacre, è cera el arambre. Aplicado despues el tal arambre muy cerca del conductor, y del fondo de la botella, nacerà con tal aplicacion cierto silvido, y aun algunas centellas, hasta que se halle el equilibrio dentro, y fuera de la tal botella: esto es, hasta que se reduzca el fluido eléctrico à su connatural estado. Por què, pues, si en este, y en el precedente experi-

mento no se halla defecto alguno de la materia eléctrica, antes en el globo A, Fig. 2. y ahora en la parte exterior de la botella, disminuido así el vapor eléctrico de la cantidad debida por naturaleza, cómo con tanta celeridad correria el fluido eléctrico dentro los poros de dichos cuerpos? Pues si no fuera tal la circunstancia, con toda la separacion de los cuerpos hecha con cuidado, no se conseguiria mas, sino es que la parte no eléctrica de la botella llegasse à un grado de electricidad muy débil con una atmosfera que la rodeasse, pero no cessaria de modo alguno tan prontamente la electricidad. Muchas veces llevè la tal botella, y separada del conductor primero de un aposento à otro, y eléctricè ocho hombres, y mas, poniendolos uno despues de otro sobre la tablita, guarnecida con pez, ò cordeles de seda, y salieron muchas chispas de cada uno, sin que por esto cessasse la fuerza eléctrica, y esto en botella tan pequeña: cómo, pues, por la electrizacion de un arambre corto, y delgado, aplicado ácia el fondo de la botella, tan pronto faltaria tan copiosa electricidad? Y si suponemos, que se halle yà electrizada la parte exterior del fondo de la botella, se seguiria solo en este caso, que con la aproximacion del arambre, el grado de la saturacion se dividiesse entre la parte exterior, è interior de la botella; siendo así, que dos cuerpos eléctricos no se quitan uno à otro su electricidad: pero no se dedugera la destruccion de la electricidad, y la restitution de la materia eléctrica, segun todo su universal equilibrio, ò lo que viene à ser lo mismo, la oposicion de una, y otra materia en su concurso, hasta la aniquilacion de la electricidad. Luego restituyendose en nuestro caso el equilibrio entre las partes externas, è internas de la botella, no es bien claro, y punto convencido, que el arambre en su aproximacion recibe en su parte superior la electricidad como un embudo, y la pasa por su parte inferior en la superficie de la botella

privada de materia eléctrica? Con que fácil es de comprender, cómo en el arambre se hallen dos electricidades opuestas, la *positiva* en la parte superior, y la *negativa* en la parte inferior, como en dos polos eléctricos con analogía à los correspondientes del imán. De semejante modo, pues, que hemos dicho ahora de la transmisión de la materia, y la restitucion al equilibrio, respecto de la botella, se debe raciocinar, guardada la proporcion, acerca de las valas arriba propuestas. Y aun todavia parece preciso arguir acerca de la necesidad del defecto de la materia en un cuerpo, ò su parte, para que en la otra se amontone la materia eléctrica, y se sigan los phenomenos eléctricos. Para este fin dispóngase en la maquina eléctrica la almohadilla de modo, que no tenga ninguna comunicacion con la base, ni con otros cuerpos vecinos, y unase una cadenita con el conductor, y con la almohadilla, y ruedese despues quanto se quiera la bola en la maquina, y se verá, que no se consigue phenomeno alguno eléctrico, como de hecho lo experimentò asì con mucho cuidado, y exactitud, y la publicò sabiamente el P. Joseph Steplin. (*) Porque con tal aplicacion el defecto se compensa instantaneamente con el exceso; es à saber, quanto se saca de la materia eléctrica desde la almohadilla, se restituye en cada momento por la cadenita, y aun no se perturba sensiblemente el equilibrio, ni se experimenta electricidad alguna. Todo lo contrario sucede quando la materia eléctrica se rechaza de los cuerpos vecinos, ò se extrahe de ellos; amontonandose entonces en otro cuerpo, no haviendo comunicacion de este ultimo cuerpo con otro alguno en que se halle defecto. Y asì en este caso se experimentan los phenomenos comunes.

Si se hallára assimismo en el cuerpo A., y en B,

C 2

Fig.

(*) Miscellanea Philosophica. Pragæ.

Fig. 2. la electricidad negativa, prevaleceria la materia eléctrica en el ayre, y el espacio interpuesto entre los dos cuerpos dichos; y así correrá ácia uno, y otro de tal modo, que havrá mayor movimiento ácia la circunferencia de estos cuerpos, que en el espacio intermedio, y en consecuencia de esto por la fuerza elástica de la materia eléctrica se rechazarán los dos cuerpos uno de otro mutuamente.

Distincion de la
atmosfera positi-
va, y negativa.

12 Explicarèmos ahora la atmosfera negativa, y su distincion de la positiva. Que se ha de formar una atmosfera positiva al rededor de la superficie negativa de un cuerpo, si esta superficie no comunica con los cuerpos cercanos, se deduce con mucha correspondencia de lo dicho arriba. Porque si por la electrizacion de la parte interior de qualquiera botella se amontona alli la materia eléctrica, y repele alguna porcion de la materia contenida en la superficie exterior ácia fuera, esta tal porcion rechazada quedará unida al rededor de la superficie negativa, siendo así que no puede derivarse por falta de otros cuerpos unidos á ella, y así se formará una atmosfera positiva al rededor de la superficie negativa. Esta tal atmosfera rechaza los cuerpos positivamente eléctricos del mismo modo que la otra atmosfera, que se halla junta al conductor.

Que en realidad se halle esta repulsion en la naturaleza de modo, que segun la proporcion, con la qual la materia eléctrica se introduce en los poros de las partes interiores de la botella, y que se rechace otra tanta fuera de la superficie exterior de la misma botella, consta de que no se pueden cargar los vidrios con el debido grado que se requiere para varios experimentos, sino es en las circunstancias en que se dà semejante repulsion, aunque pueda el cuerpo hallarse cercado de alguna atmosfera eléctrica. Así, quedando la botella puesta sobre cera, ò vidrio, puede electrizar-se por la parte interior, y aun por la parte exterior; esto es, quedar cercada de una atmosfera elec-
tri-

trica , como qualquier otro cuerpo ; pero no puede llenarse dentro de los mismos poros con la fuerza electrica , si la superficie exterior de la botella tiene comunicacion con el conductor , y que assi de ninguna parte se dà lugar al rechazo. Que en realidad se dà este rechazo , ò repulsion , y que sea successiva , passando como por partes la materia , lo conjeturamos assi: quando la superficie exterior tiene comunicacion con los cuerpos acercados , y derivantes , electrizandose la superficie interior de la botella , con tal aplicacion sucediera la repulsion de la materia electrica en un mismo tiempo , pudiera llenarse la superficie interior hasta la mayor saturacion , quedando yà en tal suposicion enteramente evaquada la superficie exterior , aun despues de retirados de la botella los cuerpos derivantes , con tal , que se continuasse el electrizar ; pero siendo esto contrario à la experiencia , se sigue con precision , que el rechazo de la materia fuera de la superficie exterior , y el ingreso en la interior no acontece , ni se dà sino es successivamente , y por partes. Porque si rechazada yà la materia , se colocasse la botella sobre vidrio , cera , ò pez , hallandose aùn dicha botella con un grado grande de electricidad , se pudiera aumentar en este caso el vapor electrico en el conductor quanto se quisiera , siendo assi , que sucede lo contrario , como vemos. Pues es sensible , que la botella siempre retiene el mismo grado de electricidad que antes recibió , sin que se pueda aumentar hasta que de nuevo se junte la botella à unos cuerpos derivantes , y se prosiga el mecanismo electrico.

Fuera de esto , es claro , que no se pueden atribuir estas acciones de la virtud electrica à la calidad del vidrio , ni à la estructura de sus partes interiores , como nos lo manifestó el célebre *Apino* , el qual colgò dos tablas de madera , guarnecidas con hojas de metal , paralelas entre si , à la distancia de una pulgada , y con esta disposicion diò golpes electricos vehementes , del mismo modo que si estuviessè interpuesta una lami-
na

na de vidrio entre dos de metal. En lugar del ayre interpuesto en este caso se puede substituir azufre , cera, lacre , pez , y aceyte , como lo experimentò el perito J. C. Wilcke.

Hemos tratado hasta aqui de la atmosfera electrica positiva , y de la repulsion de la materia electrica, que se engendra con ella , quando dicha atmosfera cerca los cuerpos positiva , y tambien negativamente electricos : ahora , pues , havrèmos de explicar la misma atmosfera negativa.

Diximos arriba cómo se deduce la existencia de la atmosfera negativa de la elasticidad de la materia electrica, contenida en el ayre circunvecino, y juntamente de la perturbacion de su equilibrio. Y si la atmosfera negativa no rodeasse dos cuerpos negativamente electricos, cómo se pudiera concebir el rechazo de dos cuerpos negativamente electricos entre si? Mayor dificultad se halla en la determinacion de la materia de que se componga la dicha atmosfera negativa. Ciertamente es, que ella no se constituye de la materia electrica por razon de que esta fuè rechazada, y derivada de otros cuerpos en las circunstancias de la electricidad negativa, la qual se supone aqui junta con la atmosfera negativa. Luego se sigue ser la tal materia de otra naturaleza, ò ser qualquiera fluido contenido en el ayre cercano , y capaz de entrar por los poros vacios de la materia electrica, no obstante que los penetre , y llene mas dificultosamente , que el fluido electrico. Puede ser que sea un fuego mas sutil , que se puede recibir otra vez entre los mismos poros de la materia electrica , y que ahora fluye à dichos poros en mayor abundancia. Y por esta , ò otra semejante razon , muy comun en las cosas de Phisica , el ayre vecino se despoja de tales fluidos , como se despoja la botella de la materia electrica en su superficie exterior , con tal que en fin, por grande que se suponga el defecto de la materia electrica en la superficie exterior de la botella , se forme una atmosfera de materia , que se diferencia de la elec-

eléctrica, y sea quanto se quiere de espesa, elástica, y capaz de darnos los mismos phenomenos, que se observan en la electricidad de la atmosfera positiva. Muchos años hà, que, haciendo varias tentativas, llené diversas botellas con agua, en que se dissolvió salitre, y toqué sensiblemente esta tal atmosfera oyendo un silvido muy perceptible al tiempo de aplicar la mano à los vasos para mudarlos de un lugar à otro, sin que entonces huviesse sospecha de haver alli atmosfera negativa.

13 Lo que se dixo arriba (11) del transito de la materia eléctrica, que corre por el arambre como por un embudo, desde la parte interior de la botella à la exterior, se halla con proporcion en qualquiera conductor. Y de la direccion del curso de la misma materia, que corre fuera de una parte, y entra por otra, prosiguiendo su curso con mucha celeridad, se deducen las señales de la electricidad, tanto positiva, como negativa. Los *indices* de estas dos diversas, ò opuestas electricidades, unos son naturales, y otros artificiales. Los *naturales* son los mismos penachos lucidos, que indican el curso de la materia, y que saliendo de un espacio estrecho, y passando á otro mas extenso, se esparcen como los otros fluidos.

Notase siempre, que la punta del tal penacho está junta à la parte de la negativa electricidad, y su base junta al cuerpo eléctrico con positiva electricidad, ò alguna parte suya. Quien acercare el dedo à la bola, que dà bueltas al rededor de su exe en la maquina, y se llena con positiva electricidad, que recibe de los cuerpos cercanos, observará una lucilla en la punta del dedo, ò una estrellita; y acercando mas el dedo, nacerá un cono lucido, cuya base se unirá con la superficie de la bola, y el vertice con el dedo; esto es, que la base insitirá en el cuerpo positivamente eléctrico, y el vertice se acabará en el negativo. Fig.4.

Si despues el conductor, ayudado de la botella forficatoria, se promueve hasta la saturacion, se saldrá fue-

Señales de la positiva, y negativa electricidad.

fuera la materia acumulada en aquella parte, en la qual havrà mayor superficie respecto de la masa metálica del conductor: luego en esta parte se hace el conductor negativamente eléctrico, y el penacho lucido se unirá con su punta al conductor; pero opondrá su base á los cuerpos, que con tal atracción, ó fluxo ácia sí consiguen positiva electricidad. Fig. 5. Preescindiendo aqui de la acción, que interviene con las puntas de diversos cuerpos electrizados, aplico al conductor, de que me sirvo, y que pesa cerca de 20 libras, un arambre de latón muy terso, y terminado en una especie de anillo, guarneciendo con cuidado la vara, de modo, que de ningún lado de su superficie salga, ni fluya la materia eléctrica. Luego que este conductor, que es la vara, ha llegado á su saturación, se percibe un silvido del fluido, que sale, y un viento, hasta la distancia de mas de tres pulgadas, muy sensible, con un ambiente frío, que sopla contra la mano, de modo, que llega á causar molestia. Si al tal penacho eléctrico se acerca la mano á la distancia de pulgada y media, aparece un cono lucido de mas de dos pulgadas de diametro en la base, la qual base descansa sobre la mano, que se le opone. Pero además de estos indices naturales, y nacidos con la materia, hay otros *artificiales*, que algunos quedan ya explicados, y otros se manifestarán ahora con brevedad.

Del mismo levantar, y caer de los indices, que ordinariamente se usan, se reconoce la conveniencia de los phenomenos con los principios establecidos. Pues quando el conductor pasa del estado positivo al negativo, ó al contrario, con esta mutación caen los indices; pero poco despues suben levantados con otra nueva dirección, y curso de la materia, y ya manifiestan una electricidad opuesta. Esto se demuestra con indices aplicados al segundo conductor; es á saber, al arambre unido á la parte exterior de la botella fortificatoria. Fig. 6. Del mismo modo, durando la frotación de

de la bola, baxan los indices del primer conductor à cada aproximacion de un cuerpo no eléctrico, y à cada salida de la centella; y no sucede así porque entonces cesse la electricidad, sino porque la direccion del curso de la materia eléctrica se encamina ácia otra parte, mudandose en este mismo tiempo el estado de la electricidad del positivo al negativo, por derivarse entonces una sensible cantidad de la materia eléctrica en el cuerpo aproximado. Pero como la atmosfera eléctrica se aumente al punto, y así se restituya la electricidad positiva, se levantan luego los indices, manifestando siempre hasta este estado con su dilatacion una electricidad positiva.

Pero al instante que cessa el mecanismo eléctrico de la rotacion, caen los indices, mudandose de nuevo el flujo de la materia, lo qual sucede porque con la interrupcion de la expulsion de la materia buelve ésta del conductor cercano à la parte negativa del vidrio, ò de la bola; pero despues de un breve tiempo se dilatan de nuevo los indices, y señalan electricidad negativa: porque con la accion de recibir la materia, el mismo conductor deviene negativamente eléctrico por aquella parte que se acerca al vidrio, con la qual se levantan los indices con electricidad negativa. Rodando otra vez el globo, baxarán los indices, pero se levantarán pronto, dando ellos la señal de la electricidad positiva: porque entonces se reitera la repulsion de la materia eléctrica fuera del vidrio, y se destruye la condicion negativa del conductor, acudiendo à él nueva cantidad de la materia, y con esta inmutacion de la direccion del curso, es preciso que primero baxen los indices, y que despues se levanten con electricidad positiva.

14. Hasta aqui hemos examinado la existencia de las electricidades contrarias, y los phenomenos naturales que verdaderamente son correspondientes à ella. Ahora, pues, hemos de tratar en compendio de sus principales efectos en las circunstancias de que diver-

Del diverso impetu de la materia eléctrica en la aproximacion de los cuerpos.

los cuerpos se acerquen à los electricos , y tambien se hallen éstos con diversa electricidad.

Se tratò arriba desde el n.º. en adelante la causa de que un cuerpo electrico atraiga à otro no electrico , ò el mas electrico al que lo es menos , si à tales cuerpos los rodea solo el ayre ; como tambien por què razon suceda la variedad de atraccion , y rechazo en la positiva , y negativa electricidad. Falta todavia explicar el phenomeno de la atraccion , y repulsion casi simultanea ; es à saber , quando cuerpecitos delicados , por exemplo , una paja , y otras particulas , no separadas de los cuerpos vecinos , se ven atraidos con mucha celeridad hasta el contacto del cuerpo electrico , y despues de ser atraidos assi , se rechazan casi al mismo instante con grande precipitacion , y fuerza. Juzgamos , pues , que esta fuerza de la atmosfera electrica sucede de este modo : la atmosfera electrica , que consiste en una materia , que sale fuera de los poros del cuerpo electrizado , se dilata à cierta distancia en parte por su elasticidad , y en parte por el movimiento impresso à las particulas electricas por el temblor de las partes del cuerpo movido con la frotacion , y esta dilatacion se continua hasta tanto que su accion estè en equilibrio con la opresion del ayre circunvecino , ò que rodea aquellas partes. Semejante salida de la materia hecha con tal esfuerzo , facilmente mudará con su continuacion en fuerza de su impulso el puesto de aquellas delicadas particulas , que halla embueltas en la atmosfera hasta la distancia à que las observamos rechazadas , y esto tanto mas porque concurre la atmosfera de las mismas pequenas particulas yà embebidas de la electricidad. La curvatura de las lineas , que se describen en tal recesso , nace de la gravedad , y del dicho empuje.

Ahora , pues , por què razon , en fin , los mismos cuerpecitos , entonces no electricos , y puestos en el contacto de otros cuerpos no electricos , serán atraidos

dos à tan sensibles distancias ? Porque no resista la universal atraccion de los cuerpos tan conjuntos entre si ? Porque se attraygan hasta el contacto con el cuerpo electrizado ? Y siendo cuerpecitos delgadissimos, y yà entrados en la atmosfera electrica, no se llenen con bastante porcion electrica, y despues de ser hecho esto se rechacen sin ser conducidos hasta el mismo cuerpo electrico ? Cierto es, que para responder à todo esto piden algo mas los phenomenos, que lo que diximos antes.

Principalmente se ha de reflexionar en este punto sobre el fluido *phlogistico*, ò igneo, del qual yà se ha hecho mencion. Porque como sabemos de otras circunstancias, que tal fluido igneo elemental està esparcido por todas partes, y que la materia electrica se extiende à una atmosfera bien grande con una fuerza central, promovida por la rotacion del globo, ò tambien impelida por sola la frotacion, y sacada de los cuerpos se conduce à un espacio mas dilatado, quedando asì abiertos los poros à un ayre mas grueso que el fluido electrico, se deduce con mucha conaturalidad volverse à llenar estos pequeños espacios del fuego elemental por un curso mas abundante. Luego tal fluido igneo subirà, sin obstaculo del ayre, y de los cuerpos vecinos al cuerpo electrico, cuyos poros halla abiertos, y asimismo à los de su atmosfera. Con que si qualquiera particula no electrica, entre cuyos poros se halla unido este fluido igneo, se acerca à la atmosfera electrica, ademàs de que por dichas razones yà se halla disposicion entre tal cuerpecito, y la atmosfera electrica para atraerlo, se promoverà tal particula tomada con la celeridad de los dichos ignuelecitos, que corren à los poros del cuerpo electrico. Alguna idèa de esto nos dån las pagitas, que nadan en un vaso lleno de agua, y que se precipitan con ella para entrar por el agujero, que se havrà abierto en el fondo de tal vaso. Los mismos cuerpecitos despues de haver sido yà despoja-

dos del sutilísimo fluido , quē havrà subido à los poros del cuerpo eléctrico , se rechazan , segun los principios referidos , hasta que avivados con nuevo fuego , que reciben con el nuevo contacto de los cuerpos no eléctricos , siguen la ley precedente de la atraccion.



SECCION I.

DEL MODO DE AUMENTAR la Fuerza Eléctrica.

Propagacion de
la materia eléctrica.

15 **Q**Uando unos cuerpos participan la electricidad de otros , están rodeados de los effluvios eléctricos , que les vienen de otros cuerpos. Esta es la comunicacion de la virtud eléctrica , de la que yà hemos hablado en algunos parages. (n.º. 10. 12.) Este tránsito de la materia eléctrica se hace del modo siguiente : la materia eléctrica , que se separò por la frotacion , y continuamente se renueva , y aumenta , dexa lugar á un fluido mas sutil para que éste éntre en los poros de los cuerpos despojados. Pero este mismo fuego mas sutil , que viene de los cuerpos cercanos al cuerpo despojado de la cantidad de la materia , que le es debida por naturaleza , le prepara un lugar en los poros de donde salió á la materia eléctrica , que se les acerca viniendo de la atmosfera del cuerpo eléctrico. Y de este modo se propaga la fuerza de la virtud eléctrica de un cuerpo á otro contiguo , ó muy cercano , y esto por un espacio affombroso por medio de las cadenas (2) , con tal , que éstas estén exactamente separadas de los cuerpos inmediatos , ó que las rodean , y no se interrumpa la comunicacion del fluido eléctrico por la humedad,

dad, ò con filamentos algunos; aunque formados de solo el polvo, que vuela dentro del aposento, ò con otro semejante estorvo. Todo lo qual se ha de entender de la manera ordinaria de propagar la materia eléctrica; porque ganandose una electricidad bastante fuerte, y con la qual no se intenta producir una fuerza muy grande, se propaga la electricidad, aunque se hallen interpuestos cuerpos derivantes bastante sensibles. Explicando la electricidad de las nubes, puse muchas veces sobre mi dedo una barra de hierro, y propagué la electricidad á una distancia del conductor bastante considerable. Además de esto, quando en la circunstancia de electricidad fuerte he acercado la mano á los conductores electricos para hacer algun experimento, he percibido despues electricidad comunicada á mi mano, aunque yo no estuviessé separado de los cuerpos derivantes. Lo que he enseñado á los circunstantes, rechazando los indices electricos con la aproximacion de la mano.

16 Passo á las circunstancias, y medios con que se procura la intensión de la virtud eléctrica. Puede-se decir en general, que esta intensión es proporcional á la masa del cuerpo electrizado, como tambien al numero, y á la calidad de aquellos cuerpos, que concurren á la accion de la virtud eléctrica, que se ha de avivar, y conservar en ellos: de modo, que se deben considerar tres puntos principales en el aumento de la fuerza eléctrica.

Intension.

Llamamos *fortificacion* al tal aumento, con el qual conseguimos fuerza eléctrica por medio de qualquiera materia fortificante; es á saber, quando se coge, y une por medio del arte mucha cantidad del fluido eléctrico con la aplicacion de los tales cuerpos. Y en primer lugar por lo tocante á la masa del cuerpo electrizado, cierto es, que en un volumen mayor, y mas espeso se aumenta el contacto de las mas minimas partes de la materia eléctrica, y mayor cantidad de la misma participa el movimiento trémulo

Por aumento de la masa del conductor.

pro-

procurado con arte; se conserva tambien el impetu impresso al fluido en su passage por la masa, con que se comunica la electricidad. Y así sucede, que una barra grande de hierro, ò una cadena muy larga, ò otro tal semejante conductor, manifiesta mayor fuerza, que una lamina delgada de metal, à la qual se comunica la electricidad.

Por su convenien-
te disposicion.

17 La manera de aumentar la masa es facil. Se añadiràn al conductor masas diversas, que comuniquen con èl, con tal que sean por medio de vidrio, como en la mayor parte se hace, y lo pide la comodidad, separadas de los cuerpos derivantes. Por razon de este aumento llamamos à dicho aparato *vidrios fortificatorios*. Mucho contribuye à este fin la disposicion de la materia, de modo, que sea mas idonea que otra al intento. Así se aumenta, ò hace mas intensa la electricidad con mucha cantidad de limaduras de hierro, con variedad de raeduras de metal, con el agua, con el azogue, que con arena, bolitas de plomo, y otros semejantes corpusculos.

Sabemos por la experiencia, que unas partes, y mezclas, tanto de los cuerpecitos secos, como de los fluidos, tienen mejor disposicion, que otras: de ordinario el agua de los pozos es mejor, que la de la lluvia; y la mas pura, y destilada se preferirà à otra; la cerveza, vino, principalmente estando calientes, como tambien el agua tambien caliente, aumenta la fuerza; la misma virtud, y intensión se hallará en la urina, con agua impregnada de nitro, ò salpetra.

Todas las botellas, y laminas de vidrio guarnecidas con otras de metal, que se emplean en dicha intensión de electricidad, se han de considerar como otras tantas partes del conductor unidas con èl. En todas estas se tomaràn las mismas providencias, que se notaron arriba, hablando de la primera parte del conductor, y de toda la disposicion del conductor mismo, para que la figura de las partes, que están expuestas en el ayre, no dè lugar, y comodidad à la fu-

fuga , y dispersion de la materia eléctrica por su erupcion. Por esta razon no quisiera yo usar galones de oro , ò plata en el recipiente, à causa de que dexan un camino abierto à la fuga del fluido eléctrico con la misma facilidad con que por otra parte ayudan al passo desde el globo al conductor. Porque apenas se pasaràn algunos minutos segundos desde que se dexa rodar el globo, quando se observa, que una grande cantidad de la electricidad escapa por los galones , ò franjas. Luego serà cosa util escoger cadenitas algo delicadas , cuyos eslabones no se terminen en puntas, ni en otras raederas , que destruyen la electricidad, siendo à proposito el dàr redondèz à todos los angulos de los conductores , y poner la mira en otras semejantes industrias , que ayudan à conservar el effluvio eléctrico, para que no siga su effluxion antes que lleguen los conductores à su perfecta saturacion.

Para este mismo fin preferimos las perticas, y arambres pulidos , ò tersos , y bien bruñidos à los demás, en cuya superficie se hallan cerros , y hilos , que dèn passo muy facil al fluido eléctrico.

18 El aumento dicho de la masa del conductor, hecho con la addicion de las botellas de vidrio henchidas del material conveniente, ò con laminas de vidrio, que tengan à las superficies opuestas qualquiera hoja de metal, no solo sirve para la intensión de la fuerza , por quanto con esta aplicacion se procura mayor cantidad de la materia eléctrica para avivar la electricidad , y procurar su mayor comunicacion, sino tambien por razon del mismo volumen del vidrio , del qual se dixo arriba (12) por concurrir al aumento de la atmosfera eléctrica. Que la intensión de la electricidad tenga connexion con el volumen del vidrio , principalmente si es mas grande en la superficie , y añadida mayor masa, siendo esta metalica , ò mineral , ò otra bien proporcionada, se prueba con la experiencia. Siendo cierto, que una botella de vidrio , en que cabe una libra de raeduras metalicas , ò de agua , no hace tan fuer-

*Por los vidrios
fortificatorios.*

te la electricidad, como la misma libra de metal, ò del fluido, estando dividida en mas botellas, como tres, doce, veinte. Fig. 11. 12. 13.

Que al aumento de la virtud eléctrica ayude mucho la cantidad de la superficie del vidrio, tanto interna, como externa, estando una, y otra bien aplicada à la masa fortificante, consta de lo dicho arriba.

Por aplicacion de mayor numero de globos de vidrio, ò de vidrios mas perfectos.

19 El segundo modo de los tres referidos (16) para aumentar la fuerza eléctrica, consiste en la multiplicacion de los cuerpos, que producen, ò trahen primeramente la materia eléctrica al conductor. Porque así se causa una frotacion, y temblor de muchas partes, y se faca mayor cantidad de la materia de los cuerpos por medio de la frotacion hecha à un mismo tiempo, y toda se dirige al conductor comun.

Tal vez que la cantidad de la bola, que se frota con la mano, ò con la almohadilla, será de extraordinaria perfeccion, es claro, que una bola causará mas efecto, que otras tres, ò quatro, que en el mismo tiempo se frotáran, à causa de la aceleracion del fluido eléctrico, que interviene en este caso, y por la mayor materia eléctrica, que se lleva al conductor comun. En los numeros 5 y 7 se tratò de la perfeccion de los globos, y del vidrio, que se deben prevenir, como tambien de la almohadilla, que se puede substituir en vez de la frotacion de las manos: vealo alli el que gustáre.

Por impedimento de la derivacion.

20 En fin, el tercero medio para lograr mucha intensión en la fuerza eléctrica, será una muy exacta separacion del cuerpo, que se ha de electrizar de los vecinos, y derivantes. Lo qual reduzco à la naturaleza de los cuerpos, que se emplearán en esta separacion, con tal, que sean escogidos de la primera classe (5), y con debida colocacion dispuestos para la experiencia; y despues à la preservacion de cada parte unida con el conductor del tránsito del fluido eléctrico.

trico de la una parte de las opuestas del vidrio à la otra, de modo, que se haga esto con quanto cuidado cabe. Por lo que mira à la primera de estas observaciones, mejor será el vidrio, la cera pura, ò el la-cre, que la pez, ò los demás cuerpos, que se usan para interceptar la comunicacion; y de aqui es facil conjeturar, que quanto una cera prevalece en calidad à otra, tanto tambien servirá un vidrio mas al intento, que otro. A la segunda parte de la dicha observacion práctica pertenece cuidar, que se dexen una margen proporcionada en las laminas de vidrio, casi de $1 \frac{1}{2}$ pulgada en una, y otra de las superficies opuestas, para que el fluido recogido ácia una hoja de metal no se pueda unir con el fluido, que cerca à la otra, ni lleguen jamás à tener mutuo concurso. Y esto mismo se debe entender en orden à la superficie interior, y exterior de las botellas. Ademàs de esto se debe procurar toda la limpieza en las superficies de dichas laminas, botellas, y conductores, para que no escape porcion alguna de la fuerza eléctrica, y se dissi-
pe, ò encamine à otro cuerpo por qualquiera de estos vehiculos. Para este fin se limpiaràn en las botellas, que se dexaràn abiertas, los bordes superiores hasta que del todo queden secos; pero en las botellas, que tienen la boca estrecha, y están tapadas con corcho, ò cera, no se necesita sino limpiarlas del modo dicho por fuera, para que así no se pierda nada de la fuerza eléctrica por la comunicacion del conductor, y la humedad del agua de la jofayna, en que se ponen semejantes botellas. En favor de los que no tienen bastante conocimiento de todo este genero de vasos confortatorios, representamos algunos en la lamina de figuras. C A, Fig. 8, es una lamina de vidrio cubierta de hoja de metal à uno, y otro lado, cuya parte superior a comunica con el conductor, ò arambre b, ò al revés, como en la Fig. 7. La Fig. 11 representa las botellas puestas dentro de una jofayna. En la Fig. 12 están otras semejantes, pero con cuello an-

gosto , y tapado por la parte superior.

Limites de la saturacion de la electricidad artificial.

21 Hasta el presente hemos tratado de la manera de aumentar con varios artes la electricidad ; ahora, pues, conviene añadir algo de los grados de intensión, que se han podido lograr. Y hablando de las botellas de una misma medida, es cosa cierta, que por su multiplicacion hace mas intensa dicha fuerza, como se deduce de los principios yà establecidos (18); pero con todo esto será preciso observar, en qué proporcion, y numero se hayan de poner, ò usar las botellas para conseguir la mayor viveza, è intensión en la electricidad. Parece ser casi superfluo que pasen de tres las botellas grandes, Fig. 13, y bastarán 60 cilindros menores aun para las maquinas, que tienen globos de vidrio muy excelentes. De esta ultima especie de los vidrios fortificantes demuestra un juego de 21 cilindros la Figura 14. En esta se señalan con *a* las laminas de hoja de lata, que arman los cilindros ; *b* son los conductores parciales, que unen todas las paredes internas de los cilindros con el conductor comun *c*.

Y aunque, conducidos yà à toda la saturacion los vidrios fortificatorios, suele huir por medio de rayos divergentes la materia eléctrica demasiado abundante (13), sin que desampare mucho con su fuerza las dichas botellas, es algunas veces tan vehemente la repulsion, que interviene entre las paredes del vidrio, una exterior, otra interior, y con que se rechaza el fluido eléctrico con un genero de filtracion sumamente acelerada, que se quiebran las botellas con agujeros, y roturas sensibles, y claras. Tambien depende la fuerza de la reunion de este fluido de la aplicacion de los cuerpos derivantes en la superficie exterior de las botellas, y del aumento de la masa de estos cuerpos. Pudierase lo dicho confirmar con mas experimentos, pero bastan los que se dieron al público en las Obras del Señor *Winckler*, y otros documentos literarios. Ciertamente se sigue un efecto mas in-

tenso quando aquellas partes externas comunican con una masa sumamente grande; esto es, quando están inmediatas al mismo globo terrestre.

22 Quando el estado de la atmosfera del ayre no hace obstaculo, se puede conservar el fluido eléctrico recogido de los varios modos dichos por largo tiempo, y avivado con electricidad muy intensa. Y à la verdad los tubos de vidrio retienen alguna vez la fuerza eléctrica hasta mas de una hora. Me sucedió hallar la barra de hierro, que usaba por conductor, de peso de algunas libras, avivada con virtud eléctrica, pasadas yà algunas horas, y esto sin haverla ayudado con algun vidrio de confortacion. No pocas veces, aun sin intentarlo, he observado continuarse los golpes de las campanillas eléctricas por mas de ocho horas al haver vuelto pasado el dicho espacio de tiempo para otro fin al Museo Mathematico. Para el experimento de Leyden tuve bastantes vidrios fortificatorios separados del conductor por mas de 36 horas.

Conservacion de
la electricidad sa-
cada.

Para conservar largo tiempo la tal fuerza, conducirá mucho, si además de lo dicho acerca de la barra, que se pondrá por conductor encima del recipiente, y la disposicion de las botellas, y laminas de vidrio, reflexionamos tambien sobre algunas prácticas, que no se han de despreciar en el aparato de los pertrechos electricos. En la barra puesta por conductor se me ofrecieron algunos obices muy contrarios á dicha conservacion de la fuerza, aunque hicimos recurso à los remedios, de que yà hablamos. Por exemplo, no obstante que la barra fué labrada con esquinas de periferia en arco, salieron en las extremidades penachos lucidos con cierto soplo, y silvido. Pero después de haver cubierto la barra de hierro con caxitas de cera en las extremidades hasta la longitud de cosa de una pulgada, no se huyó la materia, no obstante ser doble el aumento de su intension eléctrica. De semejante modo se podrá uno

tambien aprovechar, quando fuere menester conducir la electricidad muy lexos, principalmente en las partes adonde se perciba un esfluvio no previsto, à que sea preciso ocurrir.

Impedimentos,
que se han de
precaver.

23 Para que los vidrios fortificatorios, ò unidos al conductor principal, ò separados, y trasladados lexos al lugar destinado, para conseguir los phenomenos eléctricos, conserven largo tiempo su fuerza, parece no ser fuera del proposito proponer aqui lo que se deberá precaver acerca la integridad del vidrio en la superficie superior de la masa, que siendo por sí misma conductor, se ha de unir con el conductor primario; para sacar por primera vez la electricidad, como de fuente comun. En quanto à lo que se debe observar acerca la Figura del tal conductor parcial, es cierto, que se ha de poner cuidado en todo lo que se dixo arriba (17) del conductor, y de las partes unidas con él. Pero sobre la integridad del vidrio es admirable quàn molestos obstaculos encuentran muchas veces los que hacen tentativas eléctricas, si no se examinan antes con mucha circunspeccion los vidrios, y se aseguran bien con mucha aplicacion, y variedad de pruebas en orden à su perfeccion: hallandose algunas veces en los vidrios agugeros, rajas, tubos capilares tan menudos, que en un todo se huyen à la vista, aunque con mucha sollicitud se opongán las botellas, ò cilindrios de vidrio al mismo Sol; aunque no den passo à ningun otro fluido, lo dãn al eléctrico: de modo, que al punto, ò à lo menos despues de un intervalo de tiempo bastante perceptible dexen salir la electricidad, ò se queden pertinaces à recibirla. No se han de passar sin sospecha algunas escamas de vidrio, que se suelen ver en el fondo del vaso, ni las botellas, quando por arriba tienen un margen horizontal muy delgado en su periferia exterior. Y en todos estos examenes apenas hay otra seguridad, que la de probar cada vidrio, y botella en particular, si se

se hallan capaces de recibir , y conservar la electricidad , antes de unir las à algun conductor comun.

Lo demás de la masa, que se pone dentro de la botella , pide no solo circunspeccion , sino tambien mucha industria , y cuidado. En mucha parte todo viene à reducirse à esto : quando la masa sea un fluido , se ha de renovar mas veces el tal fluido , y limpiarlo por medio de la filtracion siempre que haya mucho tiempo desde las ultimas experiencias ; además de esto se ha de cuidar de que las paredes de los vidrios estén secas , y todo el vidrio sin polvo (20). Una masa árida es mas cómoda , principalmente la de metal , porque así se traslada mas facilmente , y se conservan los vidrios fortificatorios sin molestia. Fuera de esto se han de limpiar una , y otra vez aun del polvillo de los atomos del ayre , que naturalmente se pega à los lados. Pero se requiere gran cuidado en orden à la preparacion : especialmente se notaràn todas las raeduras metalicas que se han de aplicar , si acaso se halla en su superficie alguna crasitud , ù otra suciedad , de modo , que no se introduzcan así en los vidrios ; será preciso passarlas muchas veces por el fuego , purificarlas al ayre , y exponerlas à los rayos del Sol , para limpiar la masa , y separarla de todas las particulas extrañas. Convendrá reducir la masa escogida à un espacio mas estrecho con repetidos sacudimientos , y cubrir despues su superficie con cera derretida , ò pez mezclada con cera ; y para no hacer gastos inutilis mezclar tambien algunos otros cuerpos , que se refieren à la classe primera. Por medio de esta ultima práctica se adquieren dos ventajas : la primera , que con tal cuidado se conservan las minucias , ò raedura del metal de toda herrumbre ; y la segunda , que las puntas , è hilos delgados de la raedura metalica no den facil passo à la salida de la materia eléctrica , obligandola con todos sus efluvios

à comprimirse dentro de estos claustros de cera: de modo, que solo salga fuera, y rompa este impedimento de cera un ramo de la masa, que es el conductor parcial. Ni será menos útil dexar por arriba las paredes de la botella bastante largas sobre la superficie de la masa contenida en ellas, para que en un espacio mayor quede contenido el vapor eléctrico dentro de las dichas paredes, antes de pasar al ayre, que cerca las demás partes del conductor.



SECCION II.

DEL GOLPE FULMINEO.

Diferencia de la materia dispuesta à dár luces, centellas, y golpes.

24 **P**ARA sacar luces, y centellas eléctricas, es necesario que se forme entre dos cuerpos aplicados mutuamente entre sí alguna atmosfera, y que ésta se componga del concurso de fluidos de naturaleza diferente, para que en parte por su colisión, y flotadura, y en parte por la fermentacion de las particulas heterogeneas presente el fuego, y su efluvio como vapor suyo, para explicarme así con el R. P. *Boscovich*, (*) impelido primeramente por una fermentacion ignea: de modo, que aumentados yá despues los grados de la electricidad nazca la luz, la inflamacion, y la explosion. Porque no haviendo fluidos heterogeneos, que concurren de uno, y otro lado en direccion opuesta, hallará el fluido procurrente dispuestos los poros en uno, y otro cuerpo para continuar su movimiento, y se restituirá al equilibrio la tal materia homogenea, sin mas efecto, que formar una atmosfera mas espesa. Y así,

no

(*) *Philosophiæ Naturalis Theoria*. Viennæ 1758.

no se prolongará , ni saldrá centella alguna , ò llamita: pues solo sucede esto quando se encuentran con algun estorvo opuesto à su movimiento las mas minimas particulas , que con direccion contraria salen de una parte fuera del cuerpo eléctrico , y por otra de otro cuerpo no eléctrico; y así, hallandose yà comprimidas, yà sueltas, y desatadas, yà arrahidas unas , y yà rechazadas otras , nos representan los phenomenos hasta aqui referidos. Con que es facil conjeturar por què los cuerpos eléctricos con otros no eléctricos , ò la positiva atmosfera haya de concurrir con la negativa para sacar los dichos phenomenos : de modo , que además de la intensidad de la electricidad se pida un choque, y tenue fermentacion en el espacio interpuesto entre las atmosferas heterogeneas , uniendose en aquel lugar mas las materias fluidas, que cerca de la superficie de los cuerpos de donde salen , quando tal vez se produce la luz eléctrica; pero fuerza mayor , y cantidad , quando nacen centellas , y explosiones vehementes. De fuerte, que entre la lucecilla eléctrica, y la centella, que se disipa con ruido , hay esta diferencia, que las partes lucidas, que corren de uno, y otro lado desde los cuerpos heterogeneos , y se estienden con mucha celeridad , yà corren mas espesas , yà menos compresas; y así, con la variacion de este movimiento se ven los phenomenos de la luz. Pero quando despues con el aumento del cuerpo de la masa flogística empieza una fermentacion propia del fuego , la materia eléctrica desplegada yà en una llama , rechaza al ayre , y causa con su repentina resolucion , y dispersion cierta explosion , y sonido.

25 Es tan conocida la experiencia de Leyden, inventada por *Muschenbroek*, que no parece conveniente detener al Lector con la relacion de sus circunstancias. De las mismas razones que se dixeron ser propias de la explosion nacida con la cen-

De la naturaleza del golpe fulmineo.

tella , concebimos , que quando el movimiento de la materia eléctrica es mayor , se produce mas fuerte resolucion de ella , y el fluido eléctrico se reduce con grande impetu , y por medio del dicho reencuentro á su equilibrio. Esta fuerza se manifiesta aún mas quando se aumenta la celeridad de la materia esfluente , continuandose al mismo tiempo las bueltas de la bola , quando se procura la tal explosion fulminea , que quando se hace la experiencia despues de haver desistido del movimiento de la maquina. De este modo no parece haver diferencia alguna substancial entre centella , y golpe ; siendo así , que en uno , y otro phenomeno se sigue no solamente el passo de la materia , sino es un choque de las particulas , y una explosion.

Con todo esto , para sacar una fuerte commocion en los cuerpos , que se aplican en el tiempo de la effluxion de las materias heterogeneas , para ganar la dicha explosion , es necesario servirse de la armadura de las botellas , y vasos fortificatorios , sin la qual vanamente se espera el sacudimiento , ò golpeo de los cuerpos , y la convulsion de los nervios en los animales vivos.

Circulo de sacudimiento se llama la linea de direccion , que se forma por el fluxo de la materia eléctrica , y el concurso de los dos fluidos heterogeneos. Ni se consigue el sacudimiento de los cuerpos , que intervienen en la experiencia , si no están estos dentro del mismo circulo de sacudimiento , de modo , que corra la materia por los mismos cuerpos , y en el mismo circulo con ellos suceda el impulso , ò choque de una , y otra materia , con la condicion de que además de esto se añadan vasos fortificatorios rehenchidos de materia apta al intento , y armados con debida aplicacion. (18)

Que además de la condensacion de la atmosfera eléctrica se necesitan atracciones , y repulsiones diversas de la materia para conseguir los varios phenome-

menos de la electricidad, se demostrò en el n. 12: tocanos, pues, ahora demostrar el uso que tenga la armadura para cargar las botellas fortificadorias de modo, que se experimente el dicho facudimiento.

26 Siendo así, que la intensión de la electricidad necesaria para producir los phenomenos eléctricos es proporcional à la respectiva saturacion, y evacuacion en las superficies de vidrio (12), principalmente sirve para aumentar el efecto, juntar la superficie exterior de vidrio con cuerpos derivantes; de suerte, que los efectos eléctricos dependen tambien del volumen de los cuerpos derivantes (21). Facilmente se deduce de aqui de cuánta ventaja sea la armadura de los vidrios para aumentar la fuerza eléctrica. Certísimamente por el medio de la armadura puede la superficie exterior del vidrio descargar una parte de la materia eléctrica en la masa del cuerpo derivante, y así su superficie interior podrá recibir dentro de sí tanto mayor cantidad de la materia eléctrica, y unirse mejor con la que le viene desde el conductor.

Principio, ò fundamento del facudimiento.

Confirman los experimentos dicha fuerza, que viene de la armadura del vidrio, quando se examina la fuerza, que anima las botellas al golpe, quando de tiempo en tiempo se les aplica, ahora mayor, ahora menor superficie de la materia derivante. Para el mayor convencimiento de esta assercion se ha de añadir el siguiente experimento: pueden se armar las diversas partes de un mismo vidrio, ò botella, y sacar los phenomenos distintos, y propios à cada una de las partes armadas, y aun con la extension de la armadura por casi toda la superficie extender la fuerza en el phenomeno, y disponer la botella fortificatoria, para producir una fuerte resolucion de la materia eléctrica con tal concentracion de las fuerzas, lo que se retocará mas abaxo en la Seccion III.

Perturbado, pues, el equilibrio del fluido eléctrico de una, y otra parte, y concurriendo por otra parte variedad de repulsiones, y efluvios de materia, procurados por naturaleza, ò por arte, uniéndose de la parte opuesta las particulas eléctricas con una atraccion fuerte hasta llegar à la interior estructura de los vidrios, no pueden dexar de seguirse las mas fuertes explosiones con una materia por sì tan elastica, y aplicadas subitamente varias materias heterogeneas, y que mutuamente se confunden con el concurso, que con tanta celeridad se hace, y no sin choques opuestos hasta restituirse al equilibrio. Pero los cuerpos de los animales casi no perciben esta fuerza, è impulso, si no estàn colocados dentro del circulo eléctrico, componiendo por sì mismos parte de èl. Porque aunque uno tenga junta, y aplicada à su cuerpo una parte del circulo eléctrico, tocandola por sus mismas manos, no percibirà convulsion alguna en sus nervios, si no constituye por sì mismo una parte de este circulo.

Con que si se reflexiona bien sobre el dicho conflicto, ò choque de la materia, y su passo acelerado hasta la restitution del equilibrio, muy facil será el comprehender quánta fuerza se descargue en las partecillas de los cuerpos, por cuyos poros ha de passar la dicha accion con el fluido eléctrico, y à quienes comunica la fuerza de su movimiento. Y esto, tanto mas, si se reflexiona en las direcciones contrarias, atracciones repentinas, y repulsiones, que es preciso concurren en la explosion de una materia tan flogística, y que sabemos està siempre presente à tal accion (24).

Por lo demás, es cosa facil hacer la experiencia, que demuestra la diferencia cierta entre la explosion, y un celerrimo passo, y inflamacion de los cuerpecitos eléctricos, poniendo à los lados de los cuerpos, que componen las extremidades del circulo eléctrico, laminitas de vidrio colgadas en hilos de seda, y ob-

servando cómo estas se rechacen en el momento del golpe fulmineo.

27 Combinandose de dicho modo la fuerza , la celeridad , y las demás propiedades que ocurren en la propagacion del fluido eléctrico , y su difusion por los intimos poros de los cuerpos , no es preciso inferir , que quanto mas sutil sea el tal fluido , tanto mas intimamente hayan de ser tocados por él los varios fluidos , que se apartan dentro del cuerpo animal ? Vése este efecto principalmente en el fenomeno de la convulsion de los nervios , que causa el golpe fulmineo.

Fundamento de la medicina eléctrica.

El fluido de los nervios , que passa las fibras mas delgadas , y en que la sangre no puede entrar , se aviva mucho con el fluido eléctrico , y se mueve con varios impulsos , y sacudimientos. Y siendo este el mismo fluido sutilísimo , que se aparta primeramente en el cerebro , y despues con su curso , y ingreso en los musculos , los erige , y hace en ellos tal impulsión , que es preciso que todos los cuerpos organicos le atribuyan à él su sensacion y movimiento ; es , pues , consiguiente , que la electricidad produzca efectos muy considerables , y mutaciones muy sensibles en el cuerpo animal , como lo observamos en el violento sacudimiento de los animales , que están colocados dentro del circulo eléctrico.

Todas las veces que se haya de procurar algun remedio à los miembros enfermos , para acelerar el movimiento del liquor nervioso , ò para impeler algun humor estancado ; todas las veces que se hayan de impeler las fibras delgadísimas , y otras partes semejantes , como tambien los mismos organos ; ò se han de mover algunas materias contenidas dentro de los vasos lymphaticos , esparciendolas , y precipitandolas ; y haviendo de excitar semejantes afecciones de las partes mas minimas del cuerpo , es manifesto , que en tales circunstancias un Medico aplica con mucho provecho la maquina eléctrica al

enfermo, y que de tal modo se consiguen curas primorosas, y felicísimas con provecho del genero humano, que muchas veces se esperan en vano de los baños, y otros subsidios de su arte. En fin, si se arguye con el mismo juicio sobre algunos otros fluidos muy delicados, que se forman dentro otras partes del cuerpo animal, como el succo nervio en el cerebro, cuánto será el campo que se descubra á las tentativas eléctricas? Y cuántas las ventajas que se encuentren para la salud del hombre? Principalmente quando con una aguda sagacidad conozca la habilidad del Medico exactamente la fuerza de la enfermedad, y añada las demás diligencias, con que fuera de los efectos, que se esperan de la electricidad, procure al enfermo su alivio con el socorro de otro remedio, que utilmente concurrirá con el de la electricidad al alivio del tal enfermo.

De diversos grados del golpe fulmineo.

28 Dependiendo el sacudimiento eléctrico de la armadura de los vidrios fortificatorios (26), y siendo esta armadura misma casi proporcional á la masa del conductor, y su union con los cuerpos derivantes, (16, 21) será tanto mas dispuesta, è intensa la carga de los vasos preparados para la experiencia, quanto mayor cuidado, y atencion se ponga en procurar estos socorros. Pero estando yá conocido depender el efecto del mismo golpe, por la mayor parte de la accion, y reaccion de los fluidos, que concurren á los phenomenos eléctricos, aun mucho mas que de la calidad, y cantidad de la masa aumentada del conductor, conviene á quien haya de juzgar de los grados de los golpes fulmineos, examinar con mucha circunspeccion, y atencion las circunstancias, de cuya combinacion puede nacer una virtud, que sea mas eficaz, y salga de donde saliere; ni podrá extrañar el ver un efecto mas lucido, y eficaz al ver aplicada una armadura ligera á unas paredes muy aptas del vidrio, que si aumentasse el conductor con un peso de muchas libras de metal.

Certísimamente qualquiera vez, y con qualquiera arte que se procure mayor accion, y reaccion de la materia eléctrica, que proviene de la fuerza de su inercia, será preciso inconcusamente, que siempre se haya de aumentar la fuerza del golpe, por razon de las acciones mutuas de partes, è iguales, producidas en direccion opuesta, hasta vencer la resistencia contraria à la mutacion de su estado, como consta de las leyes de la mecanica. Y es cierto, que se puede sacar el golpe, y sacudimiento de los cuerpos, quando se armen los vidrios sin masa alguna sensible, y si se puede decir así, con solo el vacuo, aunque aqui no tratemos de la intensión comparativa, por cuyo medio se pueda sacar un golpe mas intenso que otro: porque no nos parece conveniente alegar al presente los diversos phenomenos, que son propios, y especiales à la armadura interior, y exterior de diversos cuerpos (17). Pero no se puede passar en silencio, que tambien se puede inferir de los referidos principios del repentino passo de la materia eléctrica, y de la acción mutua de las partes, que se sigue de la inercia, y explosion de la materia flogística, y fermentante: quál sea la razon, en fuerza de la qual se consigue el tal golpe fulmineo, no obstante que falte la condition, que se dixo, tan provechosa à la armadura, de las botellas, si ésta estè junta, y unida à los cuerpos derivantes: (26) esto es, quando uno se coloque sobre pez encerada, teniendo en una mano la botella, y acercando la otra al conductor primario, recibe en su cuerpo puesto dentro del circulo eléctrico el golpe, y sacudimiento, y se descubre la resolucion de la materia eléctrica, que se vè por la experiencia.

29 Del mismo fundamento de las electricidades contrarias, ò opuestas se sigue, que el golpe fulmineo haya de nacer quando debidamente se aplica el cuerpo, que està dentro del circulo eléctrico

Golpe procedido de la electricidad negativa.

à la atmosfera negativa. Pero se ha de distinguir entre el golpe , que nace de la parte de la superficie negativa, y el golpe que viene de la electricidad negativa. Porque no hay duda , que qualquiera vez que se une una atmosfera positiva à la dicha superficie negativa , que se debe atribuir el golpe, que provenga de alli, à los phenomenos de electricidad positiva. Como si se electrice una botella puesta sobre pez encerada , ò vidrio , y despues se tome con una mano el conductor , acercando al mismo tiempo la otra à la atmosfera originada al rededor de la superficie negativa : siendo assi , que en tal caso no se halla cosa alguna diversa de los phenomenos de la electricidad positiva. En realidad , pues , el golpe de que tratamos aqui , supone una atmosfera negativa , á que se apliquen los cuerpos electricos con electricidad positiva para sacar el efecto de las electricidades opuestas.



SECCION III.

DEL GOLPE FULMINEO,

promovido con nuevos experimentos.

Progresos diversos en avivar el golpe electrico.

30 **E**L estado electrico negativo de los cuerpos diò unos efectos intensísimos de la fuerza electrica , tanto en la electricidad del ayre, de la qual deducimos toda la explicacion de las tempestades , y su theorica , como en que se excita con las maquinas. Pero no siendo ahora de nuestro intento tratar en particular sobre la electricidad de las nubes , passamos à los puntos , en que se puede decir con verdad , que hasta aqui se adelantò mucho con nuevas tentativas la famosa experiencia de Leyden.

Ex.

Explicòse en la primera Seccion cómo se presenten varios phenomenos eléctricos à nuestros sentidos en el concurso de los fluidos eléctricos, que tienen poca virtud, y eficácia, con otros, que la tienen en grado intenso; en el concurso de los no eléctricos con los eléctricos; y particularmente en el concurso de las electricidades opuestas. Pero se variò en tanto, y en tan diferentes maneras el golpe eléctrico, que cansariamos demasiado, si refiriésemos todas sus variaciones. Yà la pusimos en la Seccion precedente en una como theorica general, reduciendo la diversidad de este golpe à cierta variedad de especies. Teniendo, pues, ahora el intento de tratar de los nuevos progressos, y adelantamientos del examen en question, determinamos decir algunas cosas, que, ò con algunos especiales phenomenos ilustraron el dicho experimento de Leyden, ò con otros generos del todo nuevos demostraron el adelantamiento que se lograba en este assumpto. En la classe primera pongo algunos rayos mas intensos con la aplicacion de la variedad de fuerzas que alli concurren; y en la segunda pondré aquel nuevo phenomeno, en que con sola la accion de las cadenas de sacudimiento, se presenta un rayo muy distinguido, el qual sin duda se habrá de deducir de la theorica especial de la electricidad negativa.

31 Habiendo reconocido por medio de algunos célebres experimentos hechos en Saxonia, (*) y Dinamarca, el método con que se consigue causar algunos ruidos, y truenos muy fuertes, que se propagan à una grande distancia, me determinè à formar un resumen de ellos; y no habiendose acabado aún todo el aparato de estos experimentos, se me ofreció un modo, con que experimentaba un amigo mio;

Del relampago, y trueno de la electricidad artificial.

(*) Jo. Henr. WINKLERI de avertendi fulminis artificio secundum electricitatis doctrinam commentatio. Lipsiæ 1753.

mio ; es à saber , el modo con que se recoge mucha materia eléctrica junto al conductor , y aun tanta, quanta uno quisiera , y despues se impide el congreso de tal materia con los cuerpos derivantes , hasta llegar à una estrecha fenda , por la qual pueda en fin concurrir el fluido eléctrico con la electricidad opuesta. Agradóme mucho esta práctica , y la seguí con tal suceso , que saqué golpes tan grandes , que dieron motivo à uno de mis amigos , que estaba en el alto , ò quarto superior al mio , à que en fuerza de su trueno preguntasse , què ruido era aquel , que havia oído. Pero todavia nos causa mas harmonia una especie de relampagos , que observabamos preceder à la explosion por el tiempo de dos , ò tres minutos segundos.

Para lograr la intensión conforme me pareciesse , y aumentarla , compuse despues la maquinita , aplicando de tal manera al vidrio, armado por de fuera, una cadenita de sacudimiento : de modo , que se podia alzar , ò baxar el vaso en la razon que se quisiesse : y así acercando mas , ò menos al suelo del vaso , agugereado en su centro , la parte extrema del conductor , le dió el grado de fuerza conveniente Fig. 18. Avivada yà la electricidad en el conductor , lleno de la materia , y casi pronto à arrojar el rayo , percibimos dos , ò tres relampagos , y tal vez tan resplandecientes , que los cuerpos cercanos à la maquina fueron iluminados con admiracion de los que se hallaban presentes à la experiencia : hasta que en fin se oyó la explosion , y quedò el vidrio lleno de una como llama blanca azulada, desvaneciendose en un instante con un ruido poderoso.

Efectos fulminicos.

32 Dexadas por ahora varias circunstancias , y modos con que se experimentan los cuerpos aplicados al golpe fulmineo , daremos aproposito aquellos solos phenomenos , con que un juego de naypes se aplica à la experiencia. Y passando en silencio la explicacion de aquellas circunstancias con que observa-

mos

mos los anillos negros, ù otros vestigios de alto, y baxo en la orilla del circulo quemado de un naype con su agugero, adonde llegó el rayo, viendose casi iguales montecillos, y excavaduras en los lados del agugero del naype opuestos al conductor, y en el lado opuesto de la baraja.

El rayo, que cayó en la Iglesia de la Universidad de Viena en 1761, segun la noticia que me dió el P. Maximiliano *Hell*, dexò las mismas señales en las paredes que agugereò, que antes haviamos observado en el rayo electrico, que agugereaba los dichos naypes.

Pienso, que no será fuera del assumpto avisar al observador, que al sacar golpes muy intensos camine con cautela, y no exponga temerariamente su proprio cuerpo. Paslando, pues, en silencio otros muchos acontecimientos trabajosos, me consta el sugeto à quien se le puso colorado todo el brazo con una inflamacion repentina al punto que acercò su mano à la maquina, y al rayo, para dirigir el golpe à los naypes. Habrà cerca de tres años, que compuse una maquina, cuyo globo era de siete à ocho pulgadas de diametro, sin mas fortificacion que dos botellas de la altura de medio pie, y en el fondo de tres pulgadas de anchura. Tocando con precipitacion, y ansia cierta persona à esta maquina, despues de 18, ò 20 bueltas de la rueda de libracion, para aplicar algunos naypes al rayo, recibìò un golpe, que resaltò à la cabeza, cayendo en tierra instantaneamente, sin poder bolver en sì en un quarto de hora, y esto con un bulto en la cabeza tan grueso como una nuez. El extravenarse la sangre en la cabeza de los pajaros muertos con el rayo electrico, yà tantas veces examinado por los Medicos, y Anatomicos, confirma bastantemente el peligro que se corre.

33 No se puede solamente llenar con la llama el vaso, segun lo dicho, al tiempo de la explosion elec-

Relampagos continuos.

trica, fino que tambien se extiende à lo largo hasta la medida de un palmo, y aun mas, con una electricidad vehemente. Pero si la llama dicha se resuelve en otras mas pequeñas, lo qual se puede conseguir con la serie de los eslabones de una cadena bien dispuestos entre la mano, y la barra, ó conductor, se podrá extender aun mas lexos la serie de las centellas, Fig. 19, como lo practicò el P. *Franz*, citado arriba (2), y yo lo repetì muchas veces. Siendo mucho menos proprio de mi intento el tratar de esta ultima division de la llama, que de la continuacion de los relampagos, tan frecuentes, y continuados, que se puede leer como con una hacha eléctrica, por decirlo así, con que hablaremos solo de estos ultimos.

Siendo así, que segun las varias distancias de las extremidades del circulo eléctrico (31), la fuerza del golpe es mayor, ó menor entre uno, y otro golpe. Buscandose, pues, con una maquina bien compuesta, y fortificada con sus botellas, no tanto la fuerza del golpe, quanto un numero mayor, ó casi una continuacion de relampagos, acercando mas entre sí las extremidades de los cuerpos puestos en el circulo eléctrico, nacerán de tiempo en tiempo centellas; ó simples, quando usamos del vaso, o lamina dorada de vidrio, ó duplicados, si se aplica, y usa una varita de metal entre la armadura del vidrio, y el conductor. Fig. 8, 18, 9, y 10.

Multiplicacion
de los rayos elec-
tricos.

34 Al choque mutuo, y à las repulsiones de las partes de la materia heterogenea (26) se ha de referir aquella multiplicacion de los rayos electricos, que echan los cuerpos, puestos à varias distancias, no continuos, sino contiguos, como los eslabones de una cadena. Muchos años hà que apliqué à un experimento una cadena compuesta de eslabones oblongos, y recurvos, à manera de la cifra de un 8, poniendo su extremidad sobre un circulo de materia encerada, y despues de un rato de sacado el rayo, aparecieron

sobre la dicha laminita encerrada unas centellas, como baylando sobre ella, sin duda alguna ocasionadas por la aproximacion de mi brazo. Dispuse despues por la noche dicha cadena, conduciendola de un aposento à otro, viendo siempre al tiempo del golpe toda la cadena como ceñida, y embuelta en una débil luz eléctrica. Con unas aplicaciones deducidas de este rechazo de las particulas eléctricas, se dispusieron despues algunas cadenitas con varios ramos, ò brazos opuestos entre si de la manera que se representa en la Fig. 16, y se sacaron en el tiempo del golpe fulmineo rayos, y centellas innumerables, y aún quedò toda la cadenita en un fuego fuertemente encendido, y como hecha asqua toda la cadena, arrojando muchos rayos à distancia considerable. Lo mismo sucede con cadenas grandes, quando se disponen sus brazos opuestos de dicha manera dentro del circulo de la electricidad.

De lo dicho en varios parages de esta Dissertacion acerca de los cuerpos contiguos aplicados en el circulo de sacudimiento, es facil comprehender cómo se sientan heridos de un golpe imprevisto los hombres, que quieren entrar en algun aposento, ò tocar à la campanilla puesta en una antefala, ò en otros que se acercan à un espejo para mirarse en el, ò para contar los grados de un thermometro, y tantas otras semejantes tentativas eléctricas, que no sin razon pasan à los que no están bien prácticos en la theorica eléctrica.

35 *Franklin* intentò el primero derretir metales colocados dentro de laminitas de vidrio, y despues se variò de muchos modos la fuerza de esta explosion vehemente, de modo, que fuera culpable no hacer aqui alguna mencion de este phenomeno. Repitiòse muchas veces la misma experiencia con un arambre estendido por el peso, y fuerza de una vara de metal colgada en el arambre mismo aplicado à la vara, y puesto entre el circulo eléctrico; quando

Fusion de metales.

luego se derriò el arambre , cayendo el globo colgado en el. Pero J. C. Wilke hizo la experiencia de la tal fusion con la mayor exactitud que es dable. Dispuso el arambre horizontalmente ; y conduciendole por un pequeño tubo de vidrio , advirtió , que al tiempo del golpe se llenaba de fuego , saliendo fuera de sus extremidades con cierto humo , que salia por ellas. Y las paredes interiores del todo estaban sembradas de globulitos de metal , sin dexarse ver la mas minima parte de hilo de metal.

Inflamacion de
los combustibles.

36 No tengo averiguado del todo , si con la inflamacion electrica de la polvora seca , ya producida tantas veces en Inglaterra , y Alemania , adquiere alguna fuerza mayor , pero se puede prudentissimamente deducir por varias conjeturas. Es cierto , que aqui en Madrid el año pasado un conocido mio cargò un tubo pequeño de metal , largo de pulgada y media , y ancho cerca de 3 lineas , con una mezcla , que llaman chinense de fuegos artificiales , y encendiendose solamente por la comunicacion con aguardiente encendido con la centella electrica , se reventò el tubo con un trueno tan assombroso , que se esparcieron los pedazos del tubo , golpeando varias veces una , y otra pared del aposento ; y esto siendo la carga tal , que fuera de este caso solo sale fuera de un tubo de papel como una especie de fuente de fuego.

Bien sabida es la inflamacion del espiritu de vino , y otros licores , como tambien de algunas fermentaciones chymicas acercadas al conductor electrico , de modo , que no merece la pena de detenernos en esto. Pero se ofrece aqui una question , y es esta : Si el fuego electrico se puede derivar de un combustible à otro , quedando el uno de ellos sin fuego? Un sugeto muy celebre en su grado militar de Marina , como tambien muy versado en las ciencias Phisicas , y Mathematicas , me propuso esta question. La causa de su discurso fuè un phenomeno certissimo ,
que

que se presentò pocos años há en un campo junto à la Habana, que es un Puerto nuestro en la America. Cayò un rayo de el Cielo pegando fuego à la casa de un payfano, y viendo éste, que todo su trabajo no alcanzaba à apagar el incendio, tomò unos haces de paja, que estaban cerca; y echandolos al fuego añadidos à la llama, no sè si por impaciencia, ò por rifa, diciendo al fuego: Arda mas, y mas, yà que no quiere apagarse: quando (cosa admirable!) todo el fuego de la casa se retirò à quemar sola la paja, quedando así salvo de mas daño su quarter.

37 Armandose casi enteramente toda la superficie de la botella, fuera de las extremidades (20), para impedir el concurso de un fluido con el otro, es tanta tal vez la fuerza de la materia de la electricidad amontonada, que se abre camino por los poros, aun los mas estrechos del vidrio, concurriendo dentro de èl à restituir el equilibrio las electricidades opuestas, quebrando, como si rebentàra una mina, las paredes del vidrio, que quedan despedazadas, ò agugereadas con esta explosion vehementemente. Todo esto lo han experimentado muchos prácticos en estas experiencias, y yo he executado lo mismo con botellas muy delgadas.

Siendo así, que estos experimentos electricos suceden siempre en la parte mas delgada del vidrio, se deduce con facilidad, cómo se pueda quebrar una botella, ò bola menos fuerte, unida exteriormente à otra de mayor electricidad por medio de la cadena derivante, y asimismo cómo se hayan de explicar otros phenomenos semejantes.

38 Es cosa cierta, que componiendo la misma botella con dos armaduras (26), corresponden los golpes mas débiles à cada una de las armaduras: y no dexa de merecer atencion especial el que en las diversas partes del mismo vidrio se pue-

Salida repentina de la materia eléctrica.

De la diversa armadura de un mismo vidrio.

puede cargar electricidad, yà positiva, yà negativa (7), y además de esto producir el efecto, ò sacado en el mismo vidrio de ambas partes, ò sucesivamente de una despues de otra parte de la misma botella, segun le corresponden sus diversas armaduras. Estè, por exemplo, la botella armada ácia la parte superior de su cuello, y ceñido el fondo con otra armadura. Unase el conductor de la maquina con la armadura *a*, pero *b* con la cadena derivante, Fig. 17. Despues de ser bastante intensa la electricidad, se seguirá un sacudimiento de los miembros, tocando con la una mano en *b*, y con la otra en *c*, destruyendose en este caso la electricidad en el fondo de la botella. Pero aplicando la mano à *c*, y la otra à la armadura del cuello *a*, se percibirà un golpe nacido desde el cuello de la botella. Si se quiere, en fin, descargar en un mismo tiempo toda la botella, se habrá de aplicar una mano à la una, y otra à la otra armadura, con que se conseguirà el intento.

Phenomeno nuevo del golpe fulmineo.

39 Si acaso ha intentado, ò probado algun otro sugeto el golpe de que hablamos, no ha llegado à mi noticia. El Señor *Regenspurger*, que por medio de estimables cartas, que me escribió desde Moravia á la Austria, me significò esta experiencia, diò casualmente en este experimento al hacer otra tentativa; y sin imaginar siquiera hallarse dentro de un circulo eléctrico, fuè arrojado por tierra sin bolver en sí, sino despues de mas de tres quartos de hora. Disponiendo, pues, este mismo otros cuerpos, baxo de las mismas condiciones, logró la experiencia de echar semejantes rayos eléctricos à gusto suyo, cómo, y quando quisiere.

Mucho tiempo me tuvo esta cosa pensativo, sin quererle preguntar à este Caballero, amigo mio, sobre el assumpto, porque no sabia yo si esta particularidad le era conocida à otra persona. Pero tenien-

niendome sumamente inquieto , repetì multiplicadas veces la experiencia , añadidas combinaciones de los principios electricos de los efectos electricos , y examinandolos con la mas intensa reflexion , saqué primeramente una parte , y despues todo el efecto que iba buscando. No me consta si acaso de dos , ò tres años à esta parte se ha adelantado el dicho experimento , ni me permiten ahora otros cuidados dilatarme mucho en las tentativas electricas. Pero no dexaré de tocar à las circunstancias , de que me parece depender este phenomeno , despues que haya hecho una descripcion ligera del experimento mismo.

Yà toqué en el num. 7 , aunque de ligero , la causa por qué se cierran las botellas fortificativas dentro de un armario. Quando , pues , se prepara la maquina al golpe , se toman qualesquiera cadenas , ò arambres , y cordoncillos de metal , atandolos en *r* , y *s* , Fig. 1 , y conduciendo sus extremidades à qualquiera lugar algo distante de la maquina , y en el medio de las dichas extremidades se coloca el cuerpo , que ha de recibir el golpe. Y yà sea andando la rueda , ò yà estando parada , como se quiera , se dirige el rayo , por medio de un secreto , aplicado à lugar , que sea à proposito : se imprime una pequeña fuerza con la mano del que dirige , y con ella se animan las electricidades opuestas ; de modo , que se saca el rayo entre las extremidades de las cadenas en *x*.

Primeramente es cosa cierta ser una , y otra cadena de sacudimiento , y estar unida à los cuerpos derivantes : pues una , y otra se puede dirigir al parage que se quiera , ò que se señale , y aun conducir las tambien por el agua ; de modo , que la dificultad estrive por la mayor parte en este punto : cómo en las circunstancias referidas puedan nacer entre cadenas de la misma especie electrica electricidades opuestas , y tales , que sean bastantes para dar golpes muy grandes ? Constando por otra parte , que en semejantes experimentos se requiere siempre , que una cadena , ò

par-

parte del conductor esté separada de los cuerpos derivantes, y la otra cadena unida con ellos. Además de esto, cómo en tanta distancia, quanta hay de un aposento à otro, y aun mas de las cadenas à la maquina, se excite el rayo, y el golpe. No se puede tampoco tomar una, y otra cadena como un termino comun de la armadura externa, por medio del qual la materia eléctrica se reduzca al equilibrio entre las paredes despojadas del vidrio, y las que están cargadas del fluido eléctrico, para unirse con una fuerte fermentacion, y inflamacion. Luego es muy natural concluir, que lo que sucede en el tal phenomeno; es à saber, que la materia eléctrica con una repulsion repentina, y muy fuerte se rechaza, (n.24, 26) è incurre en una atmosfera negativa, opuesta à si, conspirando de este modo exactamente las circunstancias, que se han demostrado necesarias para facer el golpe fulmineo de las electricidades opuestas.

Es claro asimismo, que con este golpe no se descargan enteramente las botellas, por la razon de que la materia eléctrica de fuera, y de dentro no se reduce al equilibrio perfecto, lo que sucede tambien en otras circunstancias conocidas à los prácticos en la electricidad.

Quedame por fin que advertir, que no haya insistido mas en referir las varias aplicaciones de la medicina eléctrica, las quales pedian por si solas un Tratado entero: lo mismo digo de no haverme detenido en otras experiencias, no menos divertidas, que dignas de consideracion. La causa de todo ha sido el haverme propuesto solamente el punto que he tocado,

y que era todo mi assumpto, sin distraherme à otra cosa, aunque tan digna.

F I N.

EN el Prologo de esta Dissertacion prometì dar un Catalogo de los mas célebres Elcritores acerca de la electricidad. Para cumplimiento de esta promessa hè aqui, benevolo Lector, un Indice de las Obras principales que pude haber à las manos.

Las noticias que diò sobre las nuevas experiencias Mr. Du FAY en las Memorias de Paris en el año 1733, 1734, 1735, se unieron despues con las observaciones de Mr. de GRAY en un tomito para el uso de los que no fueron provistos de las Actas de Ciencias. El Señor DESAGULIERS ganò el premio, que propuso la Academia de Bourdeaux el año 1742, en virtud de su Comentario: *Dissertation sur l' Electricité des corps.*

En Leipfig pareció una edicion de las observaciones eléctricas del Señor HAUSEN 1743, con titulo: *Novi Profectus in Historia Electricitatis.*

El año 1744 se publicó la Dissertacion del Señor WAITZ: *Abhandlung von der Electricität, und deren Ursachen.*

Las Obras del Señor WINKLER salieron en Leipzig los años 1744, 1745, y 1746, en Alemán, tratando de las propiedades de la electricidad, y de las de la materia eléctrica. En particular escribió una Dissertacion de la fuerza de la virtud eléctrica del agua. Los mismos años divulgò el P. GORDON Benedictino Escocès su Tentamen de la explicacion de la electricidad, con el titulo: *Versuch einer Erklärung der Electricität.*

Doppelmayr nos diò tambien 1744 una coleccion de experiencias eléctricas: *Neu entdeckte Phänomena der Elektrischen Kraft.*

Muy apreciadas fueron despues las Dissertaciones del Señor BOSE. *Recherches sur la cause & sur la Theorie de l' Electricité.* Witemberg 1745. *Tentamina Electrica tandem aliquando Hydraulica, Chymia, & Ve-*

getabilibus utilia. Witebergæ 1747. En el año 1745. PIDERIT *Dissertationes de Electricitate*, Marburgi. KRÜGER *Zuschrift an seine Zuhörer von der Electricität*. Hall.

Kratzensteinii *Theoria Electricitatis* 1746. El mismo año: Roennberg *Vernünftige Gedanken von den Ursachen der Electricität*. Wismar. Müller, *von der Ursache der Electricität, als ein Anhang von Newtons gemeiner schwebre*. Weinmar. Es à sàber, de la causa de la Electricidad como apendice de la gravedad universal de Newton. 1747. WAGNER *Erforschung der Ursachen von den Electricischen Wirkungen*. Ligniz. Esto es: Inquisicion de las causas de las acciones electricas. Daniel GRALATH, *Geschichte der Electricität*. Danzig. Esto es: Historia de la Electricidad en Danisco.

El año 1748. Wilhelm WATSON *Experiences & observations pour servir à l'explication de la nature & des propriétés de l'Electricité*. A Paris. Mr. FREK, *Essai sur la cause de l'Electricité, traduit de l'Anglois*. A Paris. *Recueil des Traités sur l'Electricité, traduits de l'Allemand & de l'Anglois*. A Paris.

Mr. L' Abbé de NOLLET publicò su systema, y unos de los mas grandes adelantamientos en las experiencias electricas en diferentes Obras. Una parte se encuentra en las Memorias de la Academia de Ciencias de Paris, y otra en las Obras siguientes: *Essai sur l'Electricité des corps. Recherches sur les causes particulieres des phenomenes électriques*. A Paris 1749. *Lettres sur l'Electricité* 1753.

Mr. JALLABERT. *Experiences sur l'Electricité*. A Paris 1749.

El año 1751. *New Experiments and Observations on Electricity, made at Philadelphia en America*. By M. Benjamin FRANKLIN. Esto es: Experimentos nuevos, y observaciones sobre la electricidad, hechas en Philadelphia en America. Esta Obra tiene gran apre-

aprecio entre los prácticos en la Facultad , y además de las observaciones , que se añadieron en la traducción Francesa , la explicó con reflexiones muy sabias, y profundas J. C. WILKE , en su edición Alemana de las Cartas de Franklin sobre la electricidad , 1758.

Treatise on Electricity. By Benjamin WILSON. F. R. S. London 1752. Este mismo año se imprimieron: BUNSEN *Erklärung der Elektrischen und Magnetischen Kräfte.* Leipzig. *Physica Electrica.* Su Autor Don Benito NAVARRO y Abel de Veas. Madrid. *Histoire General & Particuliere de l' Electricité.* A Paris.

Toda la theorica de la electricidad aërea , y artificial ilustrò grandemenre el P. BECCARIA , en Turin, en lengua Italiana. *Dell' Electricismo Lettere di Giambattista Beccaria* de C. C. R. R. delle Scuole Pie à Bologna 1758.

De la electricidad aërea se ha hecho una pequeña coleccion en Alemán , 1752 con titulo: *Sammlung Elektrischer Versuche bey Gewittern.* Pero tenemos sacadas con la mayor precision las tentativas de experiencias de la electricidad aërea en las noticias , que diò M. ROMAS 1755 , que se hallan en el Libro : *Memoires de Mathematique & de Physique présentés à l' Academie Royale des Sciences par divers scavans & lus dans les Assamblées.* Tome II.

En las Actas de Berlin del año 1757. *Recherches sur la cause Physique de l' Electricité*, par M. EULER le Fils.

De la electricidad Medica separadamente se imprimieron varios Tratados. Ni se duda mas de su eficacia despues de tan distinguidas curas en Inglaterra, Dinamarca, Suecia , Alemania , especialmente en Viena , donde sucediò à mi vista una cura admirable. Muchas otras me constan en Moravia, Austria, y Bohemia. Ni falta exemplo en Madrid de una cura muy especial.

El Señor SPRENGLER en su Obrita impressa en Alemán se explica muy bien sobre la aplicacion de la vir-

virtud eléctrica á los enfermos en Coppenhagen. El Señor SCHÆFFER en año 1752 tratò en particular acerca de la virtud, y accion de la electricidad respecto de los miembros tullidos. *Die Krafft und Wirkung der Electricität bey gelähmtem Gliedern.* El Señor HAEN en Viena diò, según me parece, yá tres tomitos sobre sus curas eléctricas en el Hospital Civico de la Villa.

Por lo que toca á los conatos eléctricos de Don KLINGENSTIERNA, y Señor STRÖMER, del Señor ELLICOT, y tantos otros esclarecidos Escritores, remitimos al Lector á las Actas Academicas de Suecia, de Inglaterra, de Francia, Borussia, y Rusia, donde se hallarán insertas sus Obras.





A 092/038

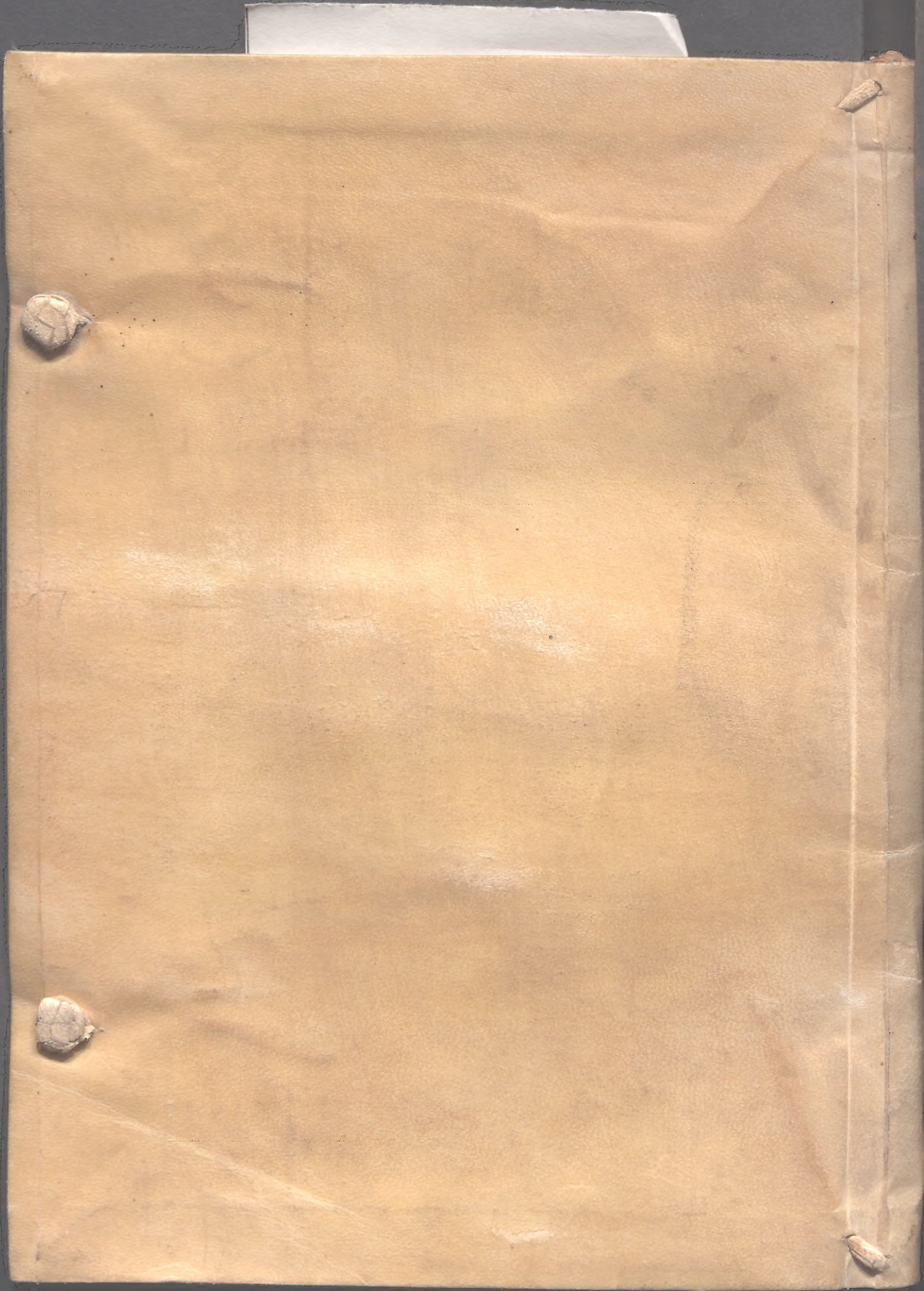


UNIVERSIDAD DE SEVILLA



600706553

i27492436





+ colorchecker classic

calibrite

100mm